[AUS DEM KÖNIGLICHEN HYGIENISCHEN INSTITUT ZU BRESLAU.]

ÜBER DIE BEDINGUNGEN DES EINDRINGENS DER BAKTERIEN DER INSPIRATIONSLUFT IN DIE LUNGEN.

INAUGURAL-DISSERTATION,

WELCHE

NEBST BEIGEFÜGTEN THESEN

MIT GENEHMIGUNG

DER MEDICINISCHEN FACULTÄT DER KÖNIGLICHEN UNIVERSITÄT ZU BRESLAU

BEHUFS ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE

IN DER

MEDICIN, CHIRURGIE UND GEBURTSHILFE

AM 2. JULI 1902, MITTAGS 12½ UHR

IN DER AULA LEOPOLDINA DER UNIVERSITÄT

ÖFFENTLICH VERTHEIDIGEN WIRD

LUDWIG PAUL.

OPPONENTEN:

F. FRIEF,
Arzt, früherer Assistent am hygienischen Institut,

DR. MED. H. THOMAS,
Assistent am hygienischen Institut der Universität Breslau.

LEIPZIG,
VEIT & COMP.
1902.

Gedruckt mit Genehmigung der medicinischen Facultät der Universität Breslau.
Referent: Herr Geh. Med.-Rath Prof. Dr. Flügge.

Hürthle, Dekan.

Diese Arbeit erscheint in der
„*Zeitschrift für Hygiene und Infectionskrankheiten*“ 1902, Band XL.

Druck von Metzger & Wittig in Leipzig.

MEINEM TEUREN VATER

GEWIDMET.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41543102_0098

Im letzten Jahrzehnt entwickelte sich zwischen verschiedenen Vertretern der Bakteriologie, Pathologie und inneren Medicin ein Streit über die Frage, ob die Lungen des normalen Menschen als keimhaltig oder als keimfrei anzusehen seien.

Da die Lungen mit der Aussenwelt in directer Verbindung stehen, scheint von vornherein ein Eindringen von Keimen mit der eingeathmeten Luft sehr wohl möglich zu sein.

Luftuntersuchungen der jüngsten Zeit haben gezeigt, dass der Keimgehalt der Luft im Freien zwar relativ gering ist, dagegen in bewohnten Räumen eine ganz bedeutende Höhe erreichen kann.

Petri[1] fand bis zu 30000 Keimen in 1 cbm Luft. Ficker[2] stellte bei Untersuchungen im Garten einen Keimgehalt von durchschnittlich 1000 Keimen in 1 cbm Luft fest, während seine Untersuchungen in geschlossenen Räumen 100000 und mehr Keime in 1 cbm nachwiesen.

Hesse[3] untersuchte die Luft von Krankenhäusern und fand im Cubikmeter durchschnittlich 10000 bis 12000 Keime; bei staubiger Luft aber stieg der Keimgehalt bis auf 60000 bis 200000 Keime in 1 cbm.

---

[1] R. J. Petri, Eine neue Methode, Bakterien und Pilzsporen in der Luft nachzuweisen und zu zählen. *Zeitschrift für Hygiene und Infectionskrankheiten.* 1888. Bd. III.

[2] M. Ficker, Zur Methode der bakteriologischen Luftuntersuchung. *Ebenda.* 1896. Bd. XXII.

[3] Hesse, Ueber quantitative Bestimmung der in der Luft enthaltenen Mikroorganismen. *Mittheilungen aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte.* 1883. Bd. II.

Der Mensch nimmt nun durch seine Athmung im Verlauf von 24 Stunden etwa 9 cbm Luft in seine Lungen auf. In dieser Luftmenge können mithin ganz beträchtliche Bakterienmassen vorhanden sein und mit ihr in die Lungen eindringen.

Gesetzt, diese Keime erhielten sich auch nur wenige Tage in den Lungen lebensfähig, so müssten sich immerhin binnen kurzem grosse Keimmengen ansammeln. Ein Theil der aufgenommenen Keime in den Lungen würde vielleicht sogar vermehrungsfähig sein und dadurch würde die Zahl der zeitweise in den Lungen vorhandenen Bakterien noch grösser werden.

Allein der Kliniker hat oft Gelegenheit, Thatsachen zu beobachten, die mit einer solchen Annahme in Widerspruch stehen. Es ist keine Seltenheit, dass Brustwunden absolut aseptisch verlaufen und verheilen, was bei einem reichlichen Bakteriengehalt der Lungen schwer erklärlich wäre.

Eine Lösung dieses Widerspruches haben mehrere Forscher durch directe bakteriologische Untersuchung der Lungen zu bringen versucht.

Dürck[1] fand bei der Untersuchung der Lungen von gesunden und pneumoniekranken Kinderleichen ein reichliches Bakteriengemisch. Lungenuntersuchungen bei Schlachtthieren lieferten ähnliche Resultate.

Mit Recht ist allerdings gegen seine Resultate der Einwand erhoben, dass er seine Untersuchungen erst mehrere Stunden nach dem Tode der Thiere vorgenommen und eine Importation von Keimen in die Lunge während der Agone nicht sicher genug verhindert hat.

Fr. Müller[2], Klipstein[3], Göbell[4], Barthel[5], Boni[6], fanden die Lungen kleinerer Versuchsthiere in einer grossen Procentzahl der Fälle steril, oder nur äusserst spärlich keimhaltig. Bei grösseren Thieren (z. B. Schweinen) stellte Boni Sterilität nur etwa in 30 Procent der Fälle fest. Allein eine grössere Keimmenge war in den untersuchten Lungentheilen niemals zu finden.

---

[1] Dürck, Aetiologie und Histologie der Pneumonie im Kindesalter und der Pneumonie im Allgemeinen *Deutsches Archiv für klin. Medicin.* Bd. LVIII.

[2] Fr. Müller, Der Keimgehalt der Luftwege bei gesunden Thieren. *Münchener med. Wochenschrift.* 1897. Nr. 49.

[3] E. Klipstein, Experimentelle Beiträge zur Frage der Beziehungen zwischen Bakterien und Erkrankungen der Athmungsorgane. *Zeitschrift für klin. Medicin.* Bd. XXXIV.

[4] Göbell, Ueber die Infection der Lungen von den Luftwegen aus. *Dissertation.* Marburg 1897.

[5] Barthel, Ueber den Bakteriengehalt der Luftwege. *Centralblatt f. Bakteriologie.* 1898. Bd. XXIV.

[6] Boni, Untersuchungen über den Keimgehalt der normalen Lungen. *Deutsches Archiv für klin. Medicin.* 1901. Bd. LXIX.

Auch gegen Boni's Untersuchungsmethode kann eingewendet werden, dass er das Eindringen von Mikroorganismen in die Lungen während der Agone, die bei grösseren Schlachtthieren mitunter recht ausgedehnt ist, nicht sicher habe ausschliessen können, so dass seine positiven Resultate nicht absolut beweisend seien.

Barthel fand in drei Fällen die Lungen gesunder, plötzlich verstorbener Menschen keimfrei. Ebenso enthielt eine, von Boni untersuchte menschliche Lunge nur wenig Keime.

Diese Ergebnisse stimmen mit der oben ausgesprochenen Deduction über den Keimgehalt der Lungen nicht überein, ebenso wie sie mit den Ergebnissen der Dürck'schen Untersuchungen im Widerspruch stehen.

Eine Klärung des Widerspruches kann nur durch genaueste Sichtung und experimentelle Untersuchung der einzelnen, für den Bakteriengehalt der Lungen in Betracht kommenden Factoren herbeigeführt werden.

Die Sterilität eines Organes kann entweder darauf beruhen, dass überhaupt keine Bakterien in das Organ aufgenommen werden, oder dass die aufgenommenen Bakterien sofort oder wenigstens sehr rasch wieder getödtet oder fortgeschafft werden.

Man könnte sagen, dass die erste dieser beiden Ursachen von vornherein schon wegen des häufigen Vorkommens verschiedener Lungenerkrankungen unwahrscheinlich ist. Wie sollte wohl die Lungentuberculose so überaus häufig zu Stande kommen, wenn ein Eindringen der Tuberkelbacillen in die Athmungsorgane nicht stattfände? Allein es ist besser, von allen derartigen pathologischen Fällen abzusehen, wo es sich um Aufklärung über normale Verhältnisse handelt.

Für das Eindringen von Bakterien in die Lunge kommen zwei Wege in Betracht; entweder vermittelst der Lymphbahnen bezw. nach Ribbert's[1] Auffassung auf einem Umwege durch den Blutstrom, oder direct vermittelst des in die feineren Bronchien eindringenden Luftstromes.

Der erste Weg, dessen Gangbarkeit und Bedeutung Neumann[2] und Müller[3], Loomis[4], Pizzini[5] und Spengler[6], sowie Buttersack[7] und

---

[1] H. Ribbert, *Ueber die Ausbreitung der Tuberculose im Körper.* Marburg 1900.

[2] H. Neumann, Ueber die Bronchialdrüsentuberculose und ihre Beziehungen zur Tuberculose im Kindesalter. *Deutsche klin. Wochenschrift.* 1893. Nr. 9.

[3] O. Müller, Zur Aetiologie der Kindestuberculose. *Münchener med. Wochenschrift.* 1889. Nr. 50.

[4] Loomis, *Researches of the Loomis.* I. 1890.

[5] Pizzini, Tuberkelbacillen in den Lymphdrüsen Nichttuberculöser. *Zeitschrift für klin. Medicin.* 1892. Bd. XXI.

[6] C. Spengler, Zur Bronchialdrüsentuberculose der Kinder. *Zeitschrift für Hygiene und Infectionskrankheiten.* Bd. XIII.

[7] Buttersack, Infection der Lungen. *Zeitschrift f. klin. Medicin.* Bd. XXIX.

Klipstein[1] durch den Hinweis auf zahlreiche Fälle von primärer Bronchialdrüsentuberculose zu beweisen versuchen, soll hier nicht in Betracht gezogen werden; es ist mindestens noch fraglich, ob dieser Weg überhaupt ein regelmässiges Eindringen von Keimen in die Lungen gestattet.

Im Folgenden soll einstweilen nur die Inspirationsluft in Betracht gezogen werden. Ein Transport von Keimen mittels derselben durch Larynx, Trachea und Bronchien kann entweder in der Weise zu Stande kommen, dass die Keime an den Wänden des Respirationstractus entlang in dem, an diesen haftendem Schleim allmählich herabfliessen; oder dass sie in der Luft schwebend, und ohne mit den Wandungen in Berührung zu kommen durch den inspirirten Luftstrom bis in die feinsten Bronchien fortbewegt werden.

Für den ersteren Modus haben wir in dem gelegentlichen Zustandekommen von Aspirationspneumonieen im Anschluss an eine Narkose ein Beispiel. Sicherlich kann es auch unter weniger pathologischen Verhältnissen vorkommen, dass an den Wänden des Respirationstractus haftende, bakterienhaltige Schleimpartieen durch einen besonders kräftigen Inspirationsstrom in der Richtung nach den Lungen zu bewegt werden. Jedoch hat die Natur für eine äusserst wirksame Schutzvorrichtung gesorgt, die ein Ueberhandnehmen der Infectionsgefahr, die dem Körper auf diesem Wege droht, verhindert. Die Wände des Respirationstractus sind zum Theil mit Flimmerepithel ausgekleidet. Die Richtung des kräftigen Flimmerstromes ist dem Inspirationsstrom entgegengesetzt. Dadurch werden Schleimmassen, die an den Wänden des Respirationstractus haften, von den Lungen wegbewegt, und ein Herabfliessen von Schleim in die Lungen wird sehr erschwert.

Eine Beförderung der Keime durch den Luftstrom ist entschieden aussichtsvoller.

Nach Buchner[2], Flügge[3], Koeniger[4] u. A. haften die Mikroorganismen, die sich in der Luft schwebend erhalten, an ausserordentlich feinen Tröpfchen oder Stäubchen. Es ist a priori gar nicht unwahrscheinlich, dass der inspirirte Luftstrom solche überaus feine Tröpfchen oder Stäubchen schwebend bis in die feinsten Bronchien und Alveolen tragen kann. Freilich fehlt es nicht an Autoren, die einen solchen Transport für unmöglich halten.

---

[1] Klipstein, Beziehungen zwischen Bakterien und Erkrankungen der Athmungsorgane. *Zeitschr. für klin. Medicin.* Bd. XXXIV.

[2] Buchner, Untersuchungen über den Durchtritt von Infectionserregern durch die intacte Lungenoberfläche. *Archiv für Hygiene.* 1888. Bd. VIII.

[3] C. Flügge, Ueber Luftinfection. *Zeitschr. f. Hygiene u. Infect.* Bd. XXV.

[4] Koeniger, Untersuchungen über die Frage der Tröpfcheninfection. *Ebenda.* Bd. XXXIV.

Claisse[1], Thompson und Hewlett[2] untersuchten die einzelnen Abschnitte des Respirationstractus auf ihren Bakteriengehalt, und fanden, je weiter nach unten, um so grössere Keimarmuth. Daraus ziehen sie den Schluss, dass die bakterientragenden Tröpfchen und Stäubchen alle in den oberen Luftwegen zurückgehalten werden.

In neuester Zeit sucht Saenger[3] durch Experimentaluntersuchungen zu beweisen, dass der inspirirte Luftstrom nicht in der Lage sei, Tröpfchen schwebend durch gewundene und gekrümmte Röhren fortzuführen. Saenger inspirirt Methylenblaulösung, die er mittels eines Siegle'schen Apparates zerstäubt hat, durch eine 1 cm breite Glasröhre, die 10 cm hinter der Einströmungsöffnung in einem Winkel von 110° geknickt ist. Nun stellt er fest, dass sich alle Tröpfchen der Methylenblaulösung an der ersten Knickung des Rohres niederschlagen, so dass an dieser Stelle das Rohr mit einem deutlichen blauen Schleier überzogen ist. Den Versuch überträgt er dann auf Menschen. Er lässt eine Versuchsperson den Siegle'schen Methylenblauspray inhaliren, und findet dann zwar im Rachen, aber nicht im Kehlkopf und an den Stimmbändern Tröpfchen der Methylenblaulösung. Mithin soll es wenig wahrscheinlich sein, dass Flüssigkeit in zerstäubtem Zustande weit über die ersten Bronchialverzweigungen hinaus gelangen kann.

Saenger's Behauptung erschien mir von vornherein nicht ganz einwandsfrei. Saenger war vielleicht nur dadurch zu seinen Resultaten gekommen, weil die Tröpfchen, mit denen er arbeitete, nicht fein genug waren, bezw. weil er nur die gröberen Tröpfchen in seinen Untersuchungen berücksichtigte. Immerhin war eine experimentelle Nachprüfung dieses Punktes erforderlich. Zu meinen Versuchen verwendete ich einen Buchner'schen[4] Versprayer, einen Apparat, den ich später noch vielfach benutzt habe, und dessen eingehende Beschreibung ich deshalb gleich folgen lassen will.

In der Tiefe eines, etwa 40 bis 50 cm hohen, stehenden Cylinders wird durch ein Gebläse ein nach oben gerichteter kräftiger Spray entwickelt, der seinen Ausgang durch ein in einem Gummistopfen im obersten Theile des Cylinders steckendes Glasrohr von etwa 1 cm Durchmesser findet. Dieses Glasrohr ist rechtwinkelig umgebogen. In der Tiefe des

---

[1] Claisse, Les infections bronchiques. *Thèse de Paris.* 1893.

[2] S. C. Thompson and R. T. Hewlett, The fate of microorganisme in inspired air. *Lancet.* 1896. — Ref. im *Centralblatt für innere Medicin.* 1896. Nr. 27.

[3] Saenger, Ueber die Inhalation zerstäubter Flüssigkeit. *Münchener med. Wochenschrift.* 1901. Nr. 21.

[4] H. Buchner, Einfacher Zerstäubungsapparat zu Inhalationsversuchen. *Centralblatt für Bakteriologie.* 1889. Bd. VI.

Cylinders wird Methylenblaulösung versprayt. Die ganz groben Tröpfchen treffen nun gegen den Gummistopfen und fallen wieder zurück. Feinere Tröpfchen dringen in das Glasrohr ein, vermögen hier aber auch nicht weiter als bis zu der rechtwinkeligen Knickung zu gelangen, wo sie sich in Form eines, auch von Saenger geschilderten durchsichtigen blauen Schleiers niederschlagen. Dagegen sieht man aus der Oeffnung des Glasrohres einen äusserst feinen, durchsichtigen Nebel austreten, dessen Richtung und Verlauf (etwa wie bei einer Tabakswolke) sich gut eine Strecke weit verfolgen lässt, der sich dann aber bald nach allen Richtungen ausbreitet. An einer vorgehaltenen Glaswand prallt der Nebel zurück und wird in eine andere Richtung abgelenkt.

Augenscheinlich besteht dieser Nebel aus Luft, gemengt mit unzähligen, allerfeinsten Tröpfchen von Methylenblaulösung.

Ich schloss nun an die Ausmündung des eben geschilderten Glasrohres mittels Gummischlauches ein sechsfach, stets unter Winkeln von etwa 90° geknicktes Glasrohr an. Auch aus der Oeffnung dieses Glasrohres trat derselbe feine Nebel, wie oben beschrieben, aus, während sich an den Knickungsstellen erst, nachdem der Apparat längere Zeit in Thätigkeit war, Niederschläge bildeten.

Dasselbe Spiel wiederholte sich, wenn ein, noch häufiger geknicktes und gewundenes Glasrohr vorgeschaltet wurde. Wurde in einiger Entfernung vor der Oeffnung desselben ein Objectträger aufgestellt, so bildete sich auf demselben nach einiger Zeit ein kleiner Tropfen von Methylenblaulösung und nach dem Verdunsten desselben liessen sich auf dem Objectträger mikroskopisch zahllose Methylenblaukrystalle nachweisen.

An der ersten Knickung hatten sich augenscheinlich alle gröberen Tröpfchen niedergeschlagen, und dort den, auch von Saenger in seinen Versuchen beobachteten Niederschlag gebildet. Die allerfeinsten Tröpfchen dagegen wurden zum grössten Theil durch den Luftstrom fortgeführt und auch durch Knickungen und Anprallen an Widerstände nicht aufgehalten.

Aehnliche Beobachtungen machten bereits frühere Autoren. William[1] benutzte zum Auffangen von Luftkeimen häufig geknickte und gewundene Glasröhren, die innen mit klebrigen Stoffen ausgekleidet waren, und durch die er die Luft hindurchsaugte. Spätere Untersucher, Gottschlich und Ficker[2], wiesen nach, dass die Methode insufficient war. Selbst wenn viele derartige Glasröhren mit äusserst zahlreichen Knickungen hinter

---

[1] N. William, Versuche über die Verbreitung der Cholerabacillen durch Luftströme. *Zeitschrift für Hygiene und Infectionskrankheiten.* 1893. Bd. XV.

[2] M. Ficker, Zur Methodik der bakteriologischen Luftuntersuchung. *Ebenda.* 1896. Bd. XXII.

einander geschaltet wurden, passirte ein gewisser Procentsatz von Keimen dieselben stets ungehindert.

So kann denn aus den Saenger'schen Versuchen nicht gefolgert werden, dass Flüssigkeit in fein zerstäubtem Zustande nicht tief in den Respirationstractus eindringen könne; allerdings ist das eindringende Flüssigkeitsquantum, auf das es beim praktischen Inhaliren wesentlich ankommt, vielleicht sehr gering.

Neuerdings hat Emmerich[1] darauf hingewiesen, dass die, bei den Sprayapparaten beobachteten Nebel vielfach gar nicht aus feinsten Tröpfchen bestehen, sondern dass letztere meist einer raschen Verdunstung anheimfallen. Dass indessen in meinem Versuche der beobachtete Nebel nicht etwa aus lauter Methylenblaukrystallen bestand, sondern thatsächlich aus Tröpfchen, geht aus dem regelmässigen, bereits angeführten Befunde hervor, dass auf einem vorgehaltenen Objectträger der Nebel nach einiger Zeit stets einen Tropfen bildete.

Uebrigens lässt sich auch zeigen, dass, wenn man statt Salzlösung destillirtes Wasser versprayt, dessen Tröpfchen nicht etwa sofort verdunsten, und keinen Nebel liefern, sondern es wird der gleiche Nebel in gleicher Intensität beobachtet, wie bei dem Versprayen von Salzlösungen.

Wenn somit auch die Möglichkeit eines Durchgangs von Luftkeimen durch enge gewundene Rohre zweifellos erwiesen ist, so fragt es sich doch, ob aus diesen Versuchen die gleiche Folgerung für die überaus engen und klebrigen Eingangswege des Respirationstractus von Menschen und Thieren gezogen werden darf. Besteht doch in weiten Kreisen die Meinung, dass die Luft beim Passiren dieser engen Eingangspforte sicher alle suspendirten Tröpfchen und Stäubchen auf den Schleimhäuten zurücklassen müsse.

Auch hierüber konnte ein Thierversuch Aufklärung geben, der eine Ergänzung des Versuchs mit dem vielfach geknickten Glasrohr bildete.

Zu diesem Zwecke wurde ein Kaninchen tracheotomirt. In den unteren Theil der durchschnittenen Trachea wurde eine Canüle eingelegt, um dem Thiere weiter die Athmung zu ermöglichen. Aber auch in den oberen, möglichst lang genommenen Theil der Luftröhre wurde eine Canüle eingebunden. Diese Canüle, die unter einem Winkel von 70° abgeknickt war, wurde durch einen Gummischlauch mit einem Ficker'schen Glasstaubfilter in Verbindung gesetzt. Hinter dem Filter aspirirte ich nun mit einem Gummiballon Luft, so dass also der aspirirte Luftstrom durch Nase bezw. Mund des Thieres, Pharynx, Kehlkopf, Trachea, Tracheal-

[1] Emmerich, Vergleichende Untersuchungen über die Leistung verschiedener Inhalationssysteme. *Münchener med. Wochenschrift.* 1901. Nr. 26.

canüle und zum Schluss durch das Ficker'sche Filter streichen musste. Das vorbereitete Thier wurde in die Mitte eines grossen, viereckigen Glaskastens von etwa 204 Liter Inhalt gesetzt. In diesen wurde durch ein Loch in halber Höhe des Glaskastens ein, mit dem Buchner'schen Versprayer erzeugter Spray geleitet, der, über den Kopf des Kaninchens fortstreichend an alle Wandungen des Glaskastens anprallte, und sich so allmählich ziemlich gleichmässig in dem Glaskasten vertheilte. Der Kopf des Kaninchens befand sich von dem Loch, durch das der Spray eintrat, etwa 50 cm entfernt und stand 15 bis 20 cm tiefer; die Längsaxe des Kopfes wurde senkrecht zu der Sprayrichtung gestellt, so dass also der Spray nicht direct auf Mund und Nase des Thieres auftraf, sondern zunächst an ihnen vorbeistrich. Das Material, welches zu der Erzeugung des Spray's verwendet wurde, war eine Bouillonabschwemmung mehrerer 24- bis 48-stündiger Prodigiosusculturen. (Diese Versuchsanordnung wurde in den meisten späteren Versuchen ebenfalls angewendet.)

Der Spray wurde 20 Minuten lang in Thätigkeit gesetzt, und während dieser Zeit gleichmässig mittels des Gummiballons 100 Mal aspirirt. Aus letzterem wurden bei jeder Compression 400 ccm Luft ausgetrieben. Mit den 100 Aspirationen wurden also in den 20 Minuten 40000 ccm oder 40 Liter Luft durch Mund, Nase, Trachea des Kaninchens und durch das Ficker'sche Filter durchgesaugt.

Von dem Glasstaubinhalt des Ficker'schen Filters wurden sodann Platten gegossen. Nach 24 Stunden waren auf diesen unzählbare Colonieen Prodigiosus gewachsen.

Bei diesem Versuche hatten also augenscheinlich mit Leichtigkeit zahllose feinste Tröpfchen die oberen Luftwege zu passiren vermocht.

Da das normale Athmungsvolumen eines mittelgrossen Kaninchens in 20 Minuten etwa 15 bis 20 Liter beträgt, so war bei diesem Versuche, wo 40 Liter aspirirt worden waren, nur etwa die doppelte bis dreifache Luftmenge, wie unter normalen Verhältnissen, durch die oberen Luftwege hindurchgetreten.

Die angeführten Versuche zeigen deutlich, dass auch bei normaler Athmung feinste Tröpfchen und Stäubchen, und an diesen haftend zahlreiche Keime, die oberen Luftwege durchfliegen, und mit dem inspirirten Luftstrom vermuthlich ungehindert bis in die Tiefen der Lunge, die feinsten Bronchi und Alveolen vordringen können.

In der That ist es durch frühere Versuche anderer Autoren und durch pathologisch-anatomische Befunde längst bekannt, dass feinste Stäubchen tief in die Lunge einzudringen vermögen. Als Beispiele seien die reichlichen Kohlenpigmentirungen der Lungen von Menschen, die sich viel in Industriebezirken aufgehalten haben und die sogenannte Steinhauerlunge

genannt. Den experimentellen Beweis lieferte namentlich Arnold[1] in seinen Untersuchungen über Staubinhalation.

Auch über das Eindringen von Mikroorganismen in die Lungen mit Stäubchen und Tröpfchen des inspirirten Luftstromes liegen bereits zahlreiche Versuche vor.

Buchner[2] liess in seinen bekannten Untersuchungen über den Durchtritt von Infectionserregern durch die intacte Lungenoberfläche Thiere feinsten Staub und feinste versprayte Tröpfchen, die mit Milzbrandsporen und Milzbrandstäbchen versetzt worden waren, einathmen. Er stellte dann nicht nur fest, dass die Thiere an Milzbrand erkrankten, sondern wies die Milzbrandbacillen auch direct in den Lungen der Thiere nach. Zu dem Zwecke bettete er die kleingeschnittenen Lungenstückchen in Gelatine ein, und zeigte, dass aus fast allen Lungenstückchen Milzbrandcolonieen in beträchtlicher Zahl aufgingen. Gegen die Buchner'sche Beweisführung kann indess der Einwand erhoben werden, dass er zwischen Einathmung und Untersuchung auf Milzbrand zu lange Zeit verstreichen liess. Da er die Lungenstückchen nicht unmittelbar im Anschluss an die Einathmung untersuchte, konnte er die Möglichkeit eines Eindringens auf anderem Wege als dem Luftwege nicht gänzlich ausschliessen; ebenso war es bei seinen Versuchen nicht unmöglich, dass die Thiere milzbrandhaltiges Material während der Agone aspirirt hatten. Schliesslich war die Zahl der Bakterien, die er in den Lungen wiederfand, verhältnissmässig gering, so dass die Bedeutung der Luftwege als regelmässige Eingangspforte für Mikroorganismen zweifelhaft blieb.

Hildebrandt[3] machte Versuche mit aufgewirbelten Sporen von Aspergillus fumigatus, die er reichlich im Lungengewebe auffand.

Wysokowitsch[4] liess einer Anzahl von Kaninchen trocken verstäubtes Bakteriengemisch und versprayte Bakterienaufschwemmungen einathmen, und wies in einem grossen Procentsatz der Fälle in den Lungen eine gewisse Anzahl Keime der betreffenden Bakterienart nach. Er erhielt sowohl mit Thieren, die tracheotomirt worden waren und durch die Trachealcanüle athmeten, als mit solchen, die durch Zunähen der Nasen-

---

[1] J. Arnold, *Untersuchungen über Staubinhalation u. Staubmetastase.* Leipzig 1885.

[2] Buchner, Untersuchungen über den Durchtritt von Infectionserregern durch die intacte Lungenoberfläche. *Archiv für Hygiene.* 1888. Bd. VIII.

[3] Hildebrandt, Experimentelle Untersuchungen über das Eindringen pathogener Mikroorganismen von den Luftwegen und den Lungen aus. *Beiträge z. pathol. Anatomie* von Ziegler u. Nauwerck. Bd. II. — Ref. im *Centralblatt f. Bakteriologie.* Bd. IV. Nr. 4.

[4] Wysokowitsch, Ueber die Passirbarkeit der Lungen für die Bakterien. *Mittheilungen aus Dr. Brehmer's Heilanstalt in Görbersdorf.* 1889.

löcher zu erschwerter Athmung durch den Mund veranlasst worden waren, als auch mit Thieren, die normal ohne Erschwerung athmeten, positive Resultate. Die Lungen seiner Thiere untersuchte er in Zeitabständen von 5 Minuten bis zu mehreren Tagen nach Abschluss des Versuches.

Vor Kurzem hat ferner im hiesigen Institut Stabsarzt Dr. Nenninger[1] Versuche ausgeführt, die dahin zielten, festzustellen, ob thatsächlich mit dem inspirirten Luftstrom feinste Tröpfchen, und an diesen haftend, Bakterien bis in die Enden des Respirationstractus, die feinsten Bronchien und Alveolen, schwebend getragen werden könnten. Die Versuche wurden derart angestellt, dass Nenninger Thiere in einem äusserst feinen Spray von Prodigiosusaufschwemmung eine kurze Zeit lang, etwa $^1/_2$ Stunde, athmen liess. Dann wurden die Thiere getödtet, die Lungen aseptisch herausgenommen, und mit den einzelnen Theilen der Lungen und dem Schleim aus dem Trachealsysteme Platten gegossen. Die Versuche hatten ein durchaus positives Ergebniss, d. h. es fand sich in den gegossenen Platten stets mehr oder weniger reichlich Prodigiosus. Nenninger's Versuche waren der Zahl nach nicht ganz zum Abschluss gelangt. Ausserdem könnte man gegen dieselben noch einen Einwand erheben: die zur Untersuchung nöthigen Lungentheile wurden dem Thiere erst nach dem Tode entnommen. Beim Tödten, welches durch Nackenstich geschah, verfallen die Thiere in eine gewisse, mit krampfhaften Zuckungen und Inspirationen verbundene Agone. Während dieser krampfhaften Agone konnte vielleicht eine Aspiration des keimhaltigen Mund- und Trachealschleimes in die Lungen erfolgen und dieser konnte die Uebersäung der Lungen mit Prodigiosuskeimen bewirkt haben. Ein Theil der Gegner der Keiminspirationstheorie führen gerade auf solche agonale Aspiration die positiven Befunde zurück, welche verschiedene Autoren bei der Untersuchung der Lungen von Schlachtthieren in grösserer Zahl als bei kleineren Thieren erhalten haben. Bei grösseren Schlachtthieren soll die länger dauernde Agone fast regelmässig dazu führen, dass einzelne Keime in die Lunge gelangen; bei kleineren Thieren lässt sich dagegen die Agone erheblich abkürzen, und hier bleibt daher häufig der positive Befund aus.

Eine erheblich grössere Sicherheit mussten die Resultate gewinnen, wenn es gelang, die Agone ganz auszuschliessen und die Entnahme der untersuchten Lungenstücke noch während des Lebens des Thieres und unter thunlichstem Fernhalten vertiefter Inspirationen zu bewirken.

[1] O. Nenninger, Ueber das Eindringen von Bakterien in die Lungen durch Einathmung von Tröpfchen und Staub. *Zeitschrift für Hygiene u. Infectionskrankheiten.* 1901. Bd. XXXVIII.

Ich habe eine Reihe von dahin zielenden Versuchen angestellt, deren Beschreibung ich hier folgen lasse.

Als Versuchsmaterial benutzte ich den B. prodigiosus, der sich bereits in den Nenninger'schen Versuchen nach jeder Richtung als gut geeignet gezeigt hatte.

Selbstverständlich war es angezeigt, mit diesem Material die Luft stark zu übersättigen und einen Gehalt derselben an keimhaltigen Tröpfchen herbeizuführen, wie er für gewöhnlich nicht vorkommt. Um so erheblichere Ausschläge konnten in den einzelnen Versuchen erwartet werden. — Noch ein besonderer Umstand machte eine möglichste Steigerung der Keimzahl in den untersuchten Lungenstückchen wünschenswerth.

Die Ausführung der Versuche war technisch recht schwierig. Selbst bei äusserst vorsichtigem aseptischen Operiren und den grössten Cautelen von Seiten des Operirenden liess es sich nicht immer vermeiden, dass gelegentlich der eine oder andere Keim von aussen in das Operationsgebiet gelangte, so dass sich mitunter auch in der Leber und anderen Organen, die keimfrei sein mussten, vereinzelte Prodigiosuscolonieen vorfanden. Hätte ich nun in den untersuchten Lungentheilen nur wenige Keime vorgefunden, so hätte ich nie mit absoluter Sicherheit ausschliessen können, dass dieselben nicht durch irgend einen Fehler beim Operiren oder bei der Weiterbehandlung der zu untersuchenden Lungenstückchen in dieselben gelangt waren. Fand ich dagegen in den untersuchten Lungentheilen viele Tausende, sogar Hunderttausende von Bakterien, in den anderen Organen nur ganz vereinzelte, so konnten natürlich jene Unmassen von Keimen nicht auf technische Fehler zurückgeführt werden.

Um den hohen Gehalt der Luft an Keimen während des Versuches dauernd zu erhalten, richtete ich den Spray in den, bereits oben erwähnten, grossen Glaskasten, der nicht allzuschwer mit einem feinen Prodigiosusnebel vollkommen anzufüllen war, und in den dann die Versuchsthiere auf einige Zeit gesetzt wurden. — Ausserdem ermöglichte es der Glaskasten, mehrere Thiere gleichzeitig eine annähernd gleich keimhaltige Luft einathmen zu lassen, und mit ihnen Vergleichsversuche anzustellen.

Die Prodigiosusaufschwemmung stellte ich mir jedes Mal durch kräftige Abspülung von 6 bis 8 schrägen 1-bis 3 tägigen Agarculturen mit Bouillon oder Wasser her. Dieselbe wurde dann durch ein engmaschiges Drahtnetz filtrirt und kam nun in den Buchner'schen Versprayer. Der entwickelte Spray wurde durch ein in der Mitte der einen Kante befindliches Loch in den Glaskasten eingeleitet und zwar mittels eines beweglichen Glasrohres, so dass dadurch ermöglicht wurde, dem Spray eine beliebige Richtung zu geben und alle Gegenden des Kastens möglichst gleichmässig zu versorgen.

Die Versuchsthiere — Kaninchen — wurden in kleine, der Grösse des Thieres angepasste Blechkästen derart gesetzt, dass durch ein Loch in der einen Wand nur der Kopf hervorragte. (Die gleichen Blechkästen verwendete auch Nenninger zu seinen Versuchen.) In diesen Blechkästen kamen sie in den Glaskasten, so dass ihr Kopf sich etwa in der Mitte des Glaskastens befand, senkrecht zur Sprayrichtung stand und etwa 15 cm unter der Einströmungsöffnung, 40 bis 50 cm von ihr entfernt. Auf diese Weise wurde verhindert, dass Tröpfchen den Thieren etwa direct in Mund und Nase gesprayt wurden. Die Möglichkeit eines Herabfliessens der inspirirten Flüssigkeit, von der übrigens Alles in Allem während der gesammten Versuchsdauer — wie durch einen späteren Versuch bewiesen wurde — nur $^1/_8$ ccm eingeathmet wurde, in die Lungen wurde dadurch verhindert, dass der Kopf des Thieres am tiefsten, der Hinterkörper höher gestellt wurde.

Die Thiere wurden in dem Glaskasten 10 bis 30 Minuten gelassen. Darauf wurden sie herausgenommen, und der Blechkasten und der hervorragende Kopf mit Sublimat abgewaschen; nun wurden sie sofort auf ein Operationsbrett gespannt und das Operationsgebiet, Brust und Bauch, gründlichst mit Sublimat durchtränkt. Mit sterilen Instrumenten wurde durch einen Schnitt längs des Sternums und einem Querschnitt längs des Rippenbogens die Haut durchtrennt, dieselbe von dem Rippenbogen losgelöst und unter Anwendung neuer steriler Instrumente und aseptischer Cautelen ein kleines Fensterchen in den Brustkorb geschnitten. Durch dieses wurden dann rasch mehrere Stückchen der vorgezogenen Lunge abgeschnitten. Dabei wurde besonders darauf geachtet, dass das eine Stückchen vom äussersten Rand des Unter- oder Mittellappens oder von der äussersten Lungenspitze stammte, während das zweite grössere an beliebigem Orte aus den Lungen herausgeschnitten wurde. Das erstere, kleinere Stückchen war ungefähr $^1/_2$ Erbse gross und entsprach etwa $^1/_{200}$ bis $^1/_{300}$ der Gesammtlungen des Thieres (durch Wägung festgestellt).

Das grössere Stück entsprach annähernd $^1/_{60}$ bis $^1/_{80}$ der Gesammtlungen des Thieres. Durch anatomische Untersuchung wurde mehrfach ermittelt, dass sich grössere Bronchien in dem kleineren Stücke nicht befanden. Die aseptisch entnommenen Lungenstückchen wurden sofort in sterile Glasschälchen gelegt. Dann wurde das Thier durch Genickstich getödtet, und nun sogleich zur Controle ein Leberstück entnommen und ebenfalls in eine sterile Schale gebracht. In einem gesonderten, in letzter Zeit nicht zu Prodigiosusversuchen benutzten Zimmer wurde darauf die Weiterverarbeitung der Versuchsobjecte vorgenommen. Nachdem ich mich zu diesem Zwecke aufs Gründlichste desinficirt und auch die Kleidung gewechselt hatte, verrieb ich die Organtheile in kleinen, sterilen Mörsern

unter Zusatz geringer Mengen neutraler Bouillon möglichst fein zu einem emulsionsartigen Brei. Mit diesem wurden dann Agarplatten gegossen, die bei Zimmertemperatur oder im Brütofen von 22° gehalten wurden.

Meistens waren nach 24 bis 36 Stunden die Keime zu zählbarer Grösse herangewachsen, und wurden, falls es sich um eine geringere Anzahl handelte, mit der Lupe, bei grösserer Menge nach der Neisser'schen[1] mikroskopischen Zählmethode durch Auszählung von 30 Gesichtsfeldern gezählt. Da kleine Differenzen bei meinen Untersuchungen gänzlich belanglos waren, wurden die gewonnenen Keimzahlen stets abgerundet.

Die Operation wurde in allen Fällen derart beschleunigt, dass die krampfhaften Inspirationen, die nach Eröffnung der Pleurahöhlen auf Grund der zunehmenden CO_2-Intoxication der Thiere sich einzustellen pflegen, erst nach Herausnahme der gewünschten Lungentheile eintraten; sicher war dies wenigstens bei den stets zuerst entnommenen Stückchen der linken Lunge der Fall. Bei den meisten Versuchen gelang es aber auch, von beiden Lungen Theile herauszunehmen, ohne dass es im Verlauf des Versuches zu einer besonders vertieften oder krampfhaften Athmung gekommen wäre.

Nur bei wenigen Thieren wurden die Lungenstückchen erst kurz nach der Tödtung des Thieres entnommen; bei dieser wurde dann der Hinterkörper des Thieres sehr hoch gehalten, um nach Möglichkeit das Einfliessen von keimhaltiger Flüssigkeit in die Lungen auszuschliessen.

In einigen Versuchen unterliess ich das Zerreiben der herausgenommenen Organe im Mörser und verarbeitete dieselben nach Vorbild der früheren Autoren[2] durch Ausschütteln oder Zerquetschen in sterilen Petrischalen.

Bei letzterer Art der Behandlung erhält man offenbar nur diejenigen Keime isolirt, die sich in Bronchien oder Alveolen finden, die durch den Schnitt zufällig eröffnet werden, während alle anderen Keime aus den Lungenstückchen zu einer grossen Colonie auswachsen. Bei meinem Verfahren wurden dagegen möglichst viele Alveolen eröffnet und die in ihnen vorhandenen Keime so gründlich vertheilt, dass aus den einzelnen Keimen isolirte Colonieen hervorwuchsen. Die grosse Bedeutung dieses Verreibens wird weiter unten eine Tabelle zeigen, in der ich die Resultate gleich grosser Organtheile bei demselben Versuche, je nachdem sie verrieben wurden oder nicht, zusammengestellt habe. Ueberall bedeutet das Zeichen (+) unter der Rubrik „Verrieben" = „im Mörser verrieben" das Zeichen (—) = „ist nicht im Mörser verrieben".

[1] M. Neisser, Die mikroskopische Plattenzählung und ihre specielle Anwendung auf die Zählung von Wasserplatten. *Zeitschr. f. Hygiene u. Infect.* Bd. XX.

[2] Buchner, Nenninger u. s. w

Der Gefahr, dass während des Verreibens eine Verunreinigung durch Prodigiosuskeime der Zimmerluft erfolgte, begegnete ich durch die oben geschilderten Vorsichtsmaassregeln; überdies hatte ich eine scharfe Controle in den gleichmässig behandelten Leberstückchen, die frei von Prodigiosus sein mussten, wenn meine Asepsis zuverlässig war.

Wurden die Thiere ausnahmsweise nicht im Glaskasten, sondern frei im Zimmer dem Prodigiosusspray ausgesetzt, so ergaben die Versuche, wie zu erwarten, sehr viel weniger scharfe Resultate.

Versuch I.

3. VI. 1901. Ein mittelgrosses Kaninchen wird im Glaskasten $^1/_2$ Stunde lang dem Prodigiosusspray ausgesetzt. Dann werden die Lungen- und Leberstückchen aseptisch herausgenommen, und zwar:

Die linke Lunge: in vivo
„ rechte Lunge: in vivo
„ Leber: 1 Minute post mortem
„ Milz: 2 Minuten post mortem.

Die Organe werden bis auf die Milz sämmtlich im Mörser verrieben.

Nr.	Organ	Verrieben?	Zahl der Prodigiosuscolonieen
1	Aeusserste Spitze der linken Lunge	+	9 600
2	Grösserer Theil der linken Lunge	+	13 000
3	Aeusserste Spitze der rechten Lunge	+	7 600
4	Grösserer Theil der rechten Lunge	+	39 000
5	Leber	+	0
6	Milz	—	0

Versuch II.

5. VI. 1901. Ein mittelgrosses Thier wird im Glaskasten $^1/_2$ Stunde lang dem Prodigiosusspray ausgesetzt. Dann werden die Organe aseptisch herausgenommen, und zwar:

Die linke Lunge: in vivo
„ rechte Lunge: in vivo
„ Leber: 1 Minute post mortem
„ Milz: 2 Minuten post mortem.

Die Organe werden bis auf den grösseren Theil der rechten Lunge und bis auf die Milz sämmtlich im Mörser verrieben.

Nr.	Organ	Verrieben?	Zahl der Prodigiosuscolonieen
1	Aeusserste Spitze der linken Lunge	+	17 000
2	Grösserer Theil der linken Lunge	+	61 000
3	Aeusserste Spitze der rechten Lunge	+	12 000
4	Grösserer Theil der rechten Lunge	—	200
5	Leber	+	0
6	Milz	—	0

Versuch III.

7. VI. 1901. Ein mittelgrosses Kaninchen wird im Glaskasten $^1/_2$ Stunde lang dem Prodigiosusspray ausgesetzt. Dann werden die Organe aseptisch herausgenommen, und zwar:

Die linke Lunge: in vivo
„ rechte Lunge: in vivo
„ Leber: 1 Minute post mortem
„ Milz: 2 Minuten post mortem.

Die Organe werden bis auf den grösseren Theil der rechten Lunge und bis auf die Milz sämmtlich im Mörser verrieben.

Nr.	Organ	Verrieben?	Zahl der Prodigiosuscolonieen
1	Rand des Unterlappens der linken Lunge	+	900
2	Grösserer Theil der linken Lunge	+	3900
3	Rand des Unterlappens der rechten Lunge	+	1900
4	Grösserer Theil der rechten Lunge	—	20
5	Leber	+	0
6	Milz	—	0

Versuch IV.

11. VI. 1901. Ein mittelgrosses Kaninchen wird im Glaskasten $^3/_4$ Stunden lang dem Prodigiosusspray ausgesetzt. Dann werden die Organe aseptisch herausgenommen, und zwar:

Die linke Lunge: in vivo
„ rechte Lunge: in vivo
„ Leber: 1 Minute post mortem.

Die Organe werden bis auf den kleineren Theil der rechten Lunge im Mörser verrieben.

Nr.	Organ	Verrieben?	Zahl der Prodigiosuscolonieen
1	Spitze der linken Lunge	+	22 500
2	Grösserer Theil der linken Lunge	+	122 000
3	Rand des Unterlappens der rechten Lunge	—	700
4	Grösserer Theil der rechten Lunge	+	155 000
5	Leber	+	0

Versuch V.

14. VI. 1901. Ein mittelgrosses Kaninchen wird im Glaskasten $^1/_2$ Stunde lang dem Prodigiosusspray ausgesetzt. Dann werden die Organe aseptisch herausgenommen und zwar:

Die linke Lunge: in vivo
„ rechte Lunge: in vivo
„ Leber: 1 Minute post mortem.

Die Organe werden bis auf den grösseren Theil der rechten Lunge sämmtlich im Mörser verrieben.

Nr.	Organ	Verrieben?	Zahl der Prodigiosuscolonieen
1	Spitze der linken Lunge	+	125 000
2	Grösserer Theil der linken Lunge	+	500 000
3	Spitze der rechten Lunge	+	100 000
4	Grösserer Theil der rechten Lunge	—	1 350
5	Leber	+	0

Versuch VI.

24. VI. 1901. Ein mittelgrosses Kaninchen wird im Glaskasten $^1/_2$ Stunde lang dem Prodigiosusspray ausgesetzt. Dann werden die Organe aseptisch herausgenommen und zwar:

Die linke Lunge: in vivo
„ rechte Lunge: in vivo
„ Leber: 1 Minute post mortem.

Die Organe werden bis auf den grösseren Theil der linken Lunge sämmtlich im Mörser verrieben.

Nr.	Organ	Verrieben?	Zahl der Prodigiosuscolonieen
1	Spitze der linken Lunge	+	37 000
2	Grösserer Theil der linken Lunge	—	70
3	Spitze der rechten Lunge	+	66 000
4	Grösserer Theil der rechten Lunge	+	118 000
5	Leber	+	0

Versuch VII.

29. VI. 1901. Das mittelgrosse Kaninchen wird im Glaskasten $^1/_2$ Stunde lang dem Prodigiosusspray ausgesetzt. Dann werden die Organe aseptisch herausgenommen und zwar:

Die linke Lunge: in vivo
„ rechte Lunge: in vivo
„ Leber: 1 Minute post mortem.

Die Organe werden sämmtlich im Mörser verrieben.

Nr.	Organ	Verrieben?	Zahl der Prodigiosuscolonieen
1	Spitze der linken Lunge	+	60 000
2	Grösserer Theil der linken Lunge	+	160 000
3	Spitze der rechten Lunge	+	46 000
4	Grösserer Theil der rechten Lunge	+	290 000
5	Leber	+	10

Bei den folgenden 3 Versuchen fand der Glaskasten nicht Anwendung:

Versuch VIII.

21. V. 1901. Das mittelgrosse Kaninchen wird $^1/_4$ Stunde lang in einem kleinen Zimmer aus verschiedenen Entfernungen (30 bis 50 cm) angesprayt.

Der Kopf des Kaninchens ist dem Spray entgegen gerichtet. Dann werden die Organe aseptisch herausgenommen und zwar:

Die linke Lunge: in vivo
„ rechte Lunge: in vivo
„ Leber: 2 Minuten post mortem.

Keins der Organe wird im Mörser verrieben.

Nr.	Organ	Verrieben?	Zahl der Prodigiosuscolonieen
1	Aeusserster Rand des Unterlappens der linken Lunge	—	0
2	Grösserer Theil der linken Lunge	—	zahlreiche
3	Grösserer Theil der rechten Lunge	—	4
4	Leber	—	28

Versuch IX.

29. V. 1901. Das mittelgrosse Kaninchen wird in einem kleinen Zimmer $^1/_4$ Stunde lang aus verschiedenen Entfernungen (30 bis 100 cm) angesprayt. Der Kopf des Kaninchens ist dem Spray entgegen gerichtet. Dann werden die Organe aseptisch herausgenommen und zwar:

Die linke Lunge: in vivo
„ rechte Lunge: 1 Minute post mortem
„ Leber: 2 Minuten post mortem.

Keins der Organe wird im Mörser verrieben.

Nr.	Organ	Verrieben?	Zahl der Prodigiosuscolonieen
1	Spitze der linken Lunge	—	zahlreich
2	Grösserer Theil der linken Lunge	—	„
3	Grösserer Theil der rechten Lunge	—	„
4	Leber	—	4

Versuch X.

1. VI. 1901. Das mittelgrosse Kaninchen wird in einem kleinen Zimmer $^1/_4$ Stunde lang aus möglichst verschiedenen Entfernungen angesprayt. Der Kopf des Kaninchens ist dem Spray entgegen gerichtet. Dann werden die Organe aseptisch herausgenommen und zwar:

Die linke Lunge: in vivo
„ rechte Lunge: 1 Minute post mortem
„ Leber: 2 Minuten post mortem.

Von den Organen wird nur der kleinere Theil der linken Lunge verrieben.

Nr.	Organ	Verrieben?	Zahl der Prodigiosuscolonieen
1	Rand des Unterlappens der linken Lunge	+	360
2	Grösserer Theil der linken Lunge	—	15
3	Grösserer Theil der rechten Lunge	—	30
4	Leber	—	2

Es folge noch eine kurze Zusammenstellung der Resultate bei gleichgrossen Lungenstückchen desselben Versuches, je nachdem dieselben im Mörser verrieben wurden oder nicht:

Nr. des Versuches		Organ	Verrieben?	Zahl der Prodigiosuscol.
II	a	Grösserer Theil der linken Lunge	+	61 000
	b	Grösserer Theil der rechten Lunge	—	200
III	a	Grösserer Theil der linken Lunge	+	39 000
	b	Grösserer Theil der rechten Lunge	—	20
IV	a	Spitze der linken Lunge	+	22 500
	b	Rand des Unterlappens der rechten Lunge	—	700
V	a	Grösserer Theil der linken Lunge	+	500 000
	b	Grösserer Theil der rechten Lunge	—	1 350
VI	a	Grösserer Theil der rechten Lunge	+	118 000
	b	Grösserer Theil der linken Lunge	—	70

Bei fast allen oben mitgetheilten Versuchen zeigte sich also, dass bei Einathmung stark keimhaltiger Luft unmittelbar nachher die Keime in reichlichster Zahl in den Lungen wiederzufinden waren.

Aller Wahrscheinlichkeit nach sind diese Keime auf dem Luftwege bis in die Lunge gelangt.

Gegen einen Transport auf dem Lymphweg spricht durchaus die kurze Dauer der Versuche. Es ist nicht anzunehmen, dass so grosse Bakterienmengen innerhalb weniger Minuten in den Lymphstrom — etwa von den Tonsillen aus — eingedrungen und in ihm bis in die Lungen gelangt seien. Ausserdem wird dieser Transportweg durch einen Versuch, welcher weiter unten berichtet werden soll, ausdrücklich ausgeschlossen.

Der Umstand, dass es bei den meisten Versuchen mit Sicherheit gelang, vertiefte oder krampfhafte Inspirationen zu vermeiden, macht auch einen Transport durch Aspiration von Trachealschleim durchaus unwahrscheinlich. Ein Vordringen in die Lungen durch allmähliche Fortbewegung in dem Schleim an den Wänden des Respirationstractus entlang würde sich mit der kurzen Dauer der Versuche nicht in Einklang bringen lassen. Dagegen ist bereits durch besondere, oben geschilderte Versuche erwiesen, dass der Inspirationsstrom in der That im Stande ist, in seinem axialen Theil suspendirte feinste Partikelchen durch die verschlungenen Wege des Respirationstractus hindurchzuführen. Wir werden nach dieser Erfahrung und auf Grund der grossen Zahl der Keime, die bei den letztgeschilderten Versuchen aus den Lungen der Versuchsthiere ge-

wachsen sind, nichts anderes annehmen können, als dass diese Keime sämmtlich oder grösstentheils der Inspirationsluft entstammen.

Nun athmeten allerdings meine Versuchsthiere in einer Atmosphäre, deren Keimgehalt den unter natürlichen Verhältnissen vorkommenden jedenfalls sehr bedeutend überstieg. In Folge dessen könnte man den Einwand erheben, dass gegenüber einer derartigen Uebersättigung der Luft mit Tröpfchen und Keimen die das Eindringen in die Lunge für gewöhnlich verhindernden Apparate sozusagen insufficient geworden waren und das Durchdringen eines kleinen Bruchtheils der inspirirten Keimen nicht hatten verhindern können. Es kam also darauf an, einigermaassen die Grösse des in die Lungen aufgenommenen Bruchtheils von Keime kennen zu lernen. War derselbe trotz der absolut grossen Ziffern gegenüber der Gesammtzahl der inspirirten Keime verschwindend gering, so konnte allerdings nur schwer ein Schluss auf normale Verhältnisse gezogen werden. War aber ein nicht unerheblicher Bruchtheil der Keime aus der übermässig keimreichen Luft in den Lungen verblieben, so durfte man folgern, dass auch unter normalen Verhältnissen ein gewisser Theil der stets in der Einathmungsluft vorhandenen Keime die feinsten Bronchien und die Alveolen erreicht.

Es erschien mir daher geboten, durch einen besonderen Versuch über diese quantitativen Beziehungen zwischen Keimgehalt der Lungen und Keimgehalt der Inspirationsluft Aufklärung zu verschaffen.

Da es nicht darauf ankam, das Procentverhältniss der bis in die Lunge gelangenden Keime genau zu berechnen, sondern nur eine ganz ungefähre Schätzung desselben vorzunehmen, so war die Versuchsanordnung eine relativ einfache. Die grosse Menge der Versuche, bei denen die untersuchten Lungenstückchen aus den verschiedensten Theilen der Lunge entnommen wurden, ergab, dass die Keimzahlen der Lungenstückchen im Allgemeinen den Grössenverhältnissen derselben entsprachen; so liess sich ohne allzu grosse Fehlerquelle leicht aus einem oder mehreren untersuchten Lungenstückchen die Gesammtzahl der in die Lungen aufgenommenen Keime berechnen. Dazu wurde das Gewicht der untersuchten Lungenstückchen und der Gesammtlungen des Thieres festgestellt, und mit der gefundenen Verhältnisszahl zwischen Gesammtlungen und untersuchten Lungenstückchen die Keimzahl des letzteren multiplicirt. So erhielt ich die Gesammtmenge der in die Lungen gelangten Keime.

Die Gesammtmenge der Keime, die das Thier einathmete, liess sich aus dem Keimgehalt des verwendeten Sprays berechnen. Ich brauchte nur den Keimgehalt der zu dem Spray verwendeten Prodigiosusaufschwemmung zu ermitteln, dann festzustellen, wie viel Aufschwemmung

versprayt worden war, um zu wissen, wie viel Keime insgesammt mit versprayt worden waren.

Den Keimgehalt der Prodigiosusaufschwemmung stellte ich fest, indem ich von dieser 1 Tropfen (Tropfengrösse = $^1/_{16}$ ccm) in 10 ccm Bouillon einbrachte, von dieser Verdünnung wieder einen Tropfen in 10 ccm Bouillon, und so fort noch mehrere Verdünnungen ansetzte. Von diesen wurden dann Platten gegossen und die Colonieen gezählt. Die geringeren und die stärkeren Verdünnungen ergaben, wie nicht anders zu erwarten, gewisse Differenzen der Gesammtkeimzahl; doch waren dieselben nicht so erheblich, dass nicht eine Mittelzahl statthaft gewesen wäre; und diese betrug 1000000000 Keime in 1 ccm.

Durch Abwägen der Aufschwemmung vor und nach der Versprayung wurde 1·0 grm als der, während des Versuches stattgehabte Verlust, d. h. als die, zur Versprayung gelangte Aufschwemmung ermittelt.

Mit diesem 1 ccm waren also insgesammt etwa 1000000000 Keime zur Versprayung gelangt.

Augenscheinlich hatte aber das Versuchsthier keineswegs alle diese Keime einathmen können.

Wie oben bereits geschildert, wurde der Spray in einen Glaskasten von 204 Liter Inhalt gerichtet. Da die Richtung des Sprays fortwährend gewechselt wurde, er ausserdem zuerst gewöhnlich gegen die gegenüberliegende Glaswand anschlug, an der er nach allen Seiten reflectirt wurde, konnte angenommen werden, dass die Luft in dem Glaskasten annähernd gleichmässig mit Prodigiosuskeimen erfüllt, dass aber ausserdem deren Zahl durch Absetzen an den Wandungen nicht unerheblich vermindert war.

In 1 Liter Luft waren also höchstens $\frac{1000000000}{204}$ Keime, = etwa 5000000 Keime enthalten gewesen. Nun beträgt das durchschnittliche Athmungsvolumen eines Kaninchens in 1 Stunde etwa 50 Liter. In der $^1/_2$ Stunde, die sich das Kaninchen im Kasten befand, athmete dasselbe also etwa 25 Liter Luft und mit diesen höchstens 25 × 5000000 Keime = 125000000 Keime ein.

Die Anzahl der wirklich in die Lungen des Thieres gelangten Keime ergab der folgende Versuch:

Versuch XI.

8. VII. 1901. Das mittelgrosse Kaninchen athmet im Glaskasten $^1/_2$ Stunde lang den eben besprochenen Prodigiosusspray ein. Dann werden die Organe aseptisch herausgenommen und zwar:

Die linke Lunge: in vivo
„ Leber: 1 Minute post mortem.

Die Organe werden im Mörser verrieben.

Nr.	Organ	Verrieben?	Zahl der Prodigiosuscolonieen
1	Spitze der linken Lunge	+	13 000
2	Grösseres Stück der linken Lunge	+	72 000
3	Leber	+	0

Durch Wägung wurde festgestellt, dass das Organ I, die Spitze der der linken Lunge, etwa $^1/_{300}$ der Gesammtlungen des Thieres, das Organ II, der grössere Theil der linken Lunge, etwa $^1/_{80}$ der Gesammtlungen des Thieres darstellte. Aus den 13000 Keimen des Organ I würde sich mithin der Keimgehalt der Gesammtlungen auf $300 \times 13000 = 3900000$ Keime berechnen. Aus den 72000 Keimen des Organ II würde sich der Keimgehalt der Gesammtlungen auf $80 \times 72000 = 5760000$ Keime berechnen. Als Keimgehalt der Gesammtlungen rechne ich den Durchschnitt zwischen beiden Zahlen, etwa 4·5 Millonen.

Von den insgesammt eingeathmeten 125000000 Keimen würden also die bis in die Lungen gedrungenen Keime nahezu 4 Procent ausmachen.

Dabei muss immer noch berücksichtigt werden, dass es mir selbst bei der Methode, die Organe im Mörser zu zerkleinern, wohl schwerlich gelungen sein dürfte, alle in den Lungen befindlichen Keime zu Tage zu fördern.

Das Resultat meiner Untersuchungen ist somit Folgendes: Bei hohem Keimgehalt der Luft gelangen mit der Inspirationsluft sehr zahreiche Bakterien bis in die Lungen. Die Zahl der eindringenden Bakterien entspricht einem ansehnlichen Procentsatze der eingeathmeten Keime. Es liegen keine Gründe dafür vor, anzunehmen, dass bei erheblich geringerem Keimgehalt der Luft das Procentverhältniss der bis in die Lungen gelangenden Keime ein wesentlich anderes ist. Unter allen Verhältnissen werden wir damit rechnen müssen, dass ein Theil der in der Luft schwebenden Keime bis in die Alveolen und feinsten Bronchien der Lunge gelangt.

Nachdem obige Untersuchungen einen Einblick in die Bedeutung der Luftinfection der Lungen gewährt haben, taucht die Frage auf, ob die Aussenluft das einzige Medium darstellt, aus dem Keime mit dem Inspirationsstrome bis in die Lungen getragen werden können. Wissen wir doch, dass sich im Schleim des Mundes, der Nase und des Rachens, ebenso im krankhaften Secret des Kehlkopfes, der Trachea und der Bronchien eine reichliche Bakterienflora findet. Sollte diese nicht hier und da ebenfalls Anlass zum Eindringen von Keimen in die Lunge geben?

Die Luftströme, die an den feuchten Flächen der Nase, des Pharynx und des Kehlkopfes vorbeistreichen, sind keineswegs sehr schwach; nach Nenninger's[1] Berechnung haben sie an einzelnen Stellen eine ganz bedeutende Intensität (beim Menschen 7 bis 8 m in der Sec.). So starke Luftströme sind sicherlich in der Lage, feinste Tröpfchen von dem bakterienhaltigen Schleim dieser Theile des Respirationstractus loszureissen, die dann tief in die Lunge eindringen und zur Vermehrung des Bakteriengehaltes der Lunge beitragen können.

Auch diese Möglichkeit ist bereits in der Nenninger'schen Arbeit hervorgehoben. Beim Durchstreichen des mit einer Geschwindigkeit von 7 bis 8 m pro Sec. die engsten Stellen des Einganges zum Respirationstractus passirenden Luftstromes durch die Schleimansammlungen des Nasenrachenraumes, des Kehlkopfes u. s. w. muss es leicht vorkommen, dass feinste Tröpfchen aus den zersprengten Schleimmassen losgelöst und in die Tiefe geführt werden.

Nenninger hat auch bereits einen Versuch mitgetheilt, bei dem ein solches Mitreissen von künstlich in die Mundhöhle gebrachten Keimen in der That stattgefunden hat. Es erschien indess wünschenswerth, den Ausfall dieses Experimentes noch durch einige weitere Versuche zu sichern.

Im Hinblick hierauf stellte ich eine grössere Reihe von Versuchen an, um Klarheit über die Invasion von Keimen in die Lungen auf diesem Wege zu erhalten.

Ich ging von der Annahme aus, dass namentlich bei dem mehr oder weniger zähen Secret des pharyngolaryngealen Raumes häufig die Gelegenheit zu Blasenbildung oder Fadenziehung gegeben ist. Beim Zerplatzen solcher Blasen unter dem Einfluss kräftiger inspiratorischer Luftstösse werden sich leicht feinste Tröpfchen bilden können, die in die tieferen Lungenpartieen verschleudert werden.

In gleicher Weise kann man im Gebiete von Trachea und Bronchien das Mitreissen feinster, bakterienhaltiger Tröpfchen in den Fällen erwarten, wo bakterienführende Schleimmassen das Luftröhrensystem an irgend einer Stelle erfüllen, wie dies bei zahlreichsten Krankheiten, z. B. Tuberculose, Pneumonie, Bronchitis u. a. gewiss häufig eintritt.

In meinen Versuchen brachte ich stark bakterienhaltiges Material in den Mund und Rachen eines Versuchsthieres, liess dann das Thier eine Zeit lang athmen — und zwar entweder unter Vermeidung vertiefter Inspirationen oder unter absichtlicher Veranlassung zu solchen, — und untersuchte schliesslich die Lunge auf Anwesenheit von Bakterien. Dabei

[1] O. Nenninger, Ueber das Eindringen von Bakterien in die Lunge durch die Einathmung von Tröpfchen und Staub. *Zeitschrift für Hygiene und Infectionskrankheiten.* 1901. Bd. XXXVIII.

beabsichtigte ich noch, die Blasenbildung unter Anwendung einer stark blasenbildenden Substanz künstlich nachzuahmen; als solche benutzte ich theils Seifenschaum, theils zu Schaum geschüttelte Bouillon; als geeignetes Bakterienmaterial erwies sich wieder der Prodigiosus.

Eine Verreibung der Lungenstücke fand bei diesen Versuchen keine Anwendung. Ich verzichtete auch auf eine genauere Zählung der Colonieen und begnügte mich mit allgemeineren Ausdrücken, wie zahlreich, reichlich, unzählbar u. s. w., bemerke jedoch ausdrücklich, dass ich darunter einen ganz erheblich stärkeren Keimgehalt verstand, als er z. B. einmal bei einem Leberstück als Verunreinigung in Gestalt von 40 Colonieen Prodigiosus auftrat. Bei so geringem Keimgehalt fand jedes Mal eine genaue Zählung der Colonieen statt.

Die Organe wurden ausserdem meist erst nach dem Tode des Thieres, der durch Nackenstich herbeigeführt wurde, herausgenommen. Bei der Tödtung wurde das Thier an den Hinterpfoten hochgehalten und dann auf ein schrägstehendes — so dass der Kopf nach unten hing — Sectionsbrett aufgespannt, um möglichst eine Aspiration oder ein Herabfliessen von Schleim in die Lungen auszuschliessen.

Die Herausnahme und Verarbeitung der Lungenstückchen geschah in derselben Art und Weise, wie bei den oben geschilderten Versuchen.

Bei einem Theil der Versuche wurde die Athmung der Thiere künstlich erschwert. Dies geschah dadurch, dass ihr Kopf in ein Tuch eingehüllt wurde, wodurch die Thiere zu vertieften Athemzügen gezwungen wurden.

Als keimhaltiges Material wurde entweder eine Prodigiosusaufschwemmung benutzt, die mit etwas Seife versetzt und zu Schaum geschüttelt worden war, oder direct Prodigiosuscultur, so, wie sie auf Agarplatten gewachsen war. Mit diesen beiden Materialien wurden den Thieren im Verlauf des Versuches öfters mit Wattetampons — so wie sie auf der Diphtheriestation des hygienischen Institutes Breslau Verwendung finden — Mund und Rachen gründlich ausgewischt.

Bei mehreren Versuchen benutzte ich eine Bouillonaufschwemmung, die ich den Thieren in kleiner Menge in den Mund einlaufen liess.

Versuch XII.

29. IV. 1901. Dem mittelgrossen Kaninchen wird während der Dauer von $2^1/_2$ Stunden alle 20 Minuten Prodigiosusseifenschaum in Mund und Rachen gebracht. 10 Minuten nach der letzten Einbringung wird das Thier durch Nackenstich getödtet. Darauf werden schnell die Organe aseptisch herausgenommen und zwar:

Die linke Lunge: 5 Minuten post mortem
„ rechte Lunge: 10 „ „ „
„ Leber: 7 „ „ „

Die Athmung wurde während des Versuches künstlich vertieft.

Nr.	Organ	Verrieben?	Zahl der Prodigiosuscolonieen
1	Aeusserster Rand des Unterlappens der linken Lunge	—	3
2	Grösserer Theil der linken Lunge	—	sehr reichlich
3	Grösserer Theil der rechten Lunge	—	sehr reichlich
4	Leber	—	3

Zwei weitere Versuche, die in gleicher Weise ausgeführt wurden, fielen gänzlich negativ aus.

Versuch XIII.

29. IV. 1901. Dem mittelgrossen Kaninchen wird während der Dauer von 2 Stunden alle 20 Minuten Prodigiosuscultur in Mund und Rachen gebracht 25 Minuten nach der letzten Einbringung wird das Thier durch Nackenstich getödtet. Dann werden die Organe aseptisch herausgenommen und zwar:

Die linke Lunge: 5 Minuten post mortem
„ Leber: 8 „ „ „

Die Athmung wurde während des Versuches nicht künstlich erschwert, vertiefte Inspirationen wurden möglichst vermieden.

Nr.	Organ	Verrieben?	Zahl der Prodigiosuscolonieen
1	Rand des Unterlappens der linken Lunge	—	5
2	Grösserer Theil der linken Lunge	—	sehr reichlich
3	Leber	—	0

Zwei weitere Versuche, die in gleicher Weise ausgeführt wurden, fielen negativ aus.

Versuch XIV.

1. V. 1901. Dem mittelgrossen Kaninchen wird während der Dauer von $2^1/_2$ Stunden alle 15 Minuten Prodigiosus-Bouillonaufschwemmung in den Mund eingegossen. 3 Minuten nach der letzten Einbringung wird das Thier durch Nackenstich getödtet. Dann werden die Organe aseptisch herausgenommen und zwar:

Die linke Lunge: 3 Minuten post mortem
„ rechte Lunge: 5 „ „ „
„ Leber: 8 „ „ „

Die Athmung wurde während des Versuches nicht künstlich erschwert, vertiefte Inspirationen wurden möglichst vermieden.

Nr.	Organ	Verrieben?	Zahl der Prodigiosuscolonieen
1	Rand des Unterlappens der linken Lunge	—	unzählbar
2	Grösserer Theil der linken Lunge	—	„
3	Grösserer Theil der rechten Lunge	—	„
4	Leber	—	0

Versuch XV.

3. V. 1901. Dem mittelgrossen Kaninchen wird während des Verlaufes von 6 Stunden alle Stunden Prodigiosus-Bouillonaufschwemmung in den Mund eingegossen. 3 Minuten nach der letzten Einbringung wird das Thier durch Nackenstich getödtet. Dann werden die Organe aseptisch herausgenommen und zwar:

Die linke Lunge: 3 Minuten post mortem
„ rechte Lunge: 5 „ „ „

Die Athmung des Thieres wird künstlich erschwert und vertieft.

Nr.	Organ	Verrieben?	Zahl der Prodigiosuscolonieen
1	Spitze der linken Lunge	—	sehr reichlich
2	Grösserer Theil der linken Lunge	—	unzählbar
3	Grösserer Theil der rechten Lunge	—	sehr reichlich

Versuch XVI.

3. V. 1901. Dem mittelgrossen Kaninchen wird während des Verlaufes von 6 Stunden alle Stunden Prodigiosus-Bouillonaufschwemmung in den Mund eingegossen. 3 Minuten nach der letzten Einbringung wird das Thier durch Nackenstich getödtet. Dann werden die Organe aseptisch herausgenommen und zwar:

Die linke Lunge: 3 Minuten post mortem
„ rechte Lunge: 5 „ „ „
„ Leber: 8 „ „ „

Die Athmung wird während des Versuches nicht künstlich erschwert, vertiefte Inspirationen werden möglichst vermieden.

Nr.	Organ	Verrieben?	Zahl der Prodigiosuscolonieen
1	Spitze der linken Lunge	—	1
2	Grösserer Theil der linken Lunge	—	reichlich
3	Grösserer Theil der rechten Lunge	—	ziemlich reichlich
4	Leber	—	0

Versuch XVII.

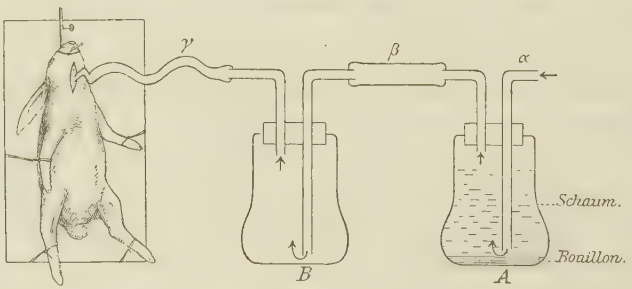
7. V. 1901. Dem mittelgrossen Kaninchen wird während der Dauer von $^1/_2$ Stunde alle 10 Minuten Prodigiosus-Bouillonaufschwemmung in den Mund eingegossen. Dann werden während des Lebens des Thieres die Organe aseptisch herausgenommen und zwar:

Die linke Lunge: in vivo
„ Leber: 1 Minute post mortem.

Die Athmung wird während des Versuches nicht künstlich erschwert, vertiefte Inspirationen werden möglichst vermieden.

Nr.	Organ	Verrieben?	Zahl der Prodigiosuscolonieen
1	Rand des Unterlappens der linken Lunge	—	sehr reichlich
2	Grösserer Theil der linken Lunge	—	unzählbar
3	Leber	—	0

Durch ein weiteres Experiment versuchte ich noch dem Einwand zu begegnen, dass die Bakterien vom Naso-Pharyngealraum aus vielleicht durch die Tonsille und den Lymphstrom in die Lunge gelangt seien. Aus dem Versuch sollte hervorgehen, dass die Uebersäung der Lungen mit Keimen bei Respiration durch keimhaltigen Schaum hindurch auch stattfand, wenn letzterer mit dem Pharynx gar nicht in Berührung gekommen war. Dies liess sich dadurch erreichen, dass ich ein tracheotomirtes Thier durch ein Erlenmeyer'sches Kölbchen, in welchem sich der Seifenschaum befand, athmen liess. Die Möglichkeit, dass keimhaltiges Material in die Lungen hätte herablaufen oder aspirirt werden können, liess sich dadurch ausschliessen, dass das Erlenmeyerkölbchen erheblich tiefer gestellt wurde, als die Trachealcanüle, so dass ein Herabfliessen ausgeschlossen war. In einem zwischen Erlenmeyerkölbchen und Trachealcanüle eingeschalteten Glasröhrchen liess sich ausserdem eine etwaige Aspiration von keimhaltiger Flüssigkeit direct beobachten.



Die Versuchsanordnung war demnach folgende: Das Kaninchen (*C*) wurde tracheotomirt, und die Trachealcanüle durch Gummischlauch mit 2 hintereinander geschalteten Erlenmeyerkölbchen (*A* u. *B*) verbunden.

Kölbchen *A* enthielt eine Prodigiosus-Bouillonaufschwemmung, die durch Schütteln in Schaum verwandelt wurde. Wenn das Thier nun athmete, so drang der inspiratorische Luftstrom durch das Rohr α, durch den Schaum im Kölbchen *A* hindurch in dem Glasrohr β zunächst bis in den Kolben *B*. Hier setzte sich alles, was von Bläschen und gröberen Tröpfchen mitgerissen wurde, ab, und nur die feinsten Tröpfchen drangen durch das Rohr γ und die Trachealcanüle in das Thier ein. Durch die

Glaswände des Rohres γ hindurch konnte beobachtet werden, ob gröbere Flüssigkeitstheile mitgerissen wurden, oder ob sich etwa Flüssigkeit an den Wänden des Rohres entlang bewegte. Dies wurde nicht festgestellt.

Versuch XVIII.

9. V. 1901. Das mittelgrosse, tracheotomirte Kaninchen athmet in der eben beschriebenen Weise $^1/_4$ Stunde lang durch Prodigiosusschaum hindurch. Dann werden theilweise noch während des Lebens des Thieres die Organe herausgenommen und zwar:

Die linke Lunge: in vivo
„ rechte Lunge: 1 Minute post mortem
„ Leber: 3 Minuten post mortem.

Die Athmung des Thieres ist natürlich erschwert und vertieft, aber nicht krampfhaft.

Nr.	Organ	Verrieben?	Zahl der Prodigiosuscolonieen
1	Spitze der linken Lunge	—	unzählbar
2	Grösserer Theil der linken Lunge	—	„
3	Aeusserster Rand des Unterlappens der rechten Lunge	—	reichlich
4	Leber	—	0

Trotz der kurzen Versuchsdauer von 15 Minuten war eine Uebersäung der Lungen mit Prodigiosuskeimen zu Stande gekommen. Die Einwände, dass etwa der Lymphweg oder Aspiration von Flüssigkeit von Bedeutung gewesen wären, liessen sich bei diesem Versuche vollkommen ansschliessen. Allerdings hatte sich eine vertiefte Athmung nicht vermeiden lassen und es ist wohl zweifellos, dass sich je nach der Tiefe der Inspiration, je nach dem zufälligen Bakterienreichthum und nach den Feuchtigkeitsverhältnissen der Wandungen des Respirationstractus mehr oder weniger quantitative Differenzen in der Infection der Lunge ergeben werden. Auch mögen quantitativ zwischen Thier und Mensch nicht gleiche Verhältnisse bestehen. Allein trotzdem wird ein principieller Unterschied zwischen flacheren und tieferen Inspirationen und zwischen Mensch und Thier schwerlich bestehen, und es wird daher aus den Ergebnissen der vorstehenden Untersuchungen der Schluss gezogen werden müssen, dass auch beim Menschen mehr oder weniger oft ein derartiges Springen von bakterienhaltigen Blasen und ein Losreissen feinster Tröpfchen von dem reichlich bakterienhaltigen Schleim des Respirationstractus in die Lungen hinein vorkommen kann.

Auch für manche Krankheitserreger wird diese Art der Verschleppung in die feineren Luftwege Geltung haben. Wie oben bereits erwähnt,

passirt bei zahlreichen Krankheiten der Lunge die Luftwege ein stark keimhaltiges Sputum, das in der Trachea und in den Bronchien Gelegenheit giebt zur Bildung von Membranen und Blasen, deren Springen unter dem Einfluss des inspiratorischen Luftstromes von dem Kliniker geradezu auscultatorisch constatirt wird. Dabei werden jedenfalls Tröpfchen mit Krankheitserregern in viele Theile der Lunge verschleppt. Namentlich wird dies der Fall sein bei der Phthise, wo ausserdem die Tröpfchen, mit denen der Phthisiker beim Husten seine Umgebung erfüllt, vom Patienten selbst am leichtesten durch die folgenden Inspirationen wieder eingeathmet und beladen mit Tuberkelbacillen zu bisher intacten Theilen der Lunge hingeführt werden.

Trotzdem ist es nun aber eine bekannte Thatsache, dass sich beim Phthisiker die Tuberculose nur äusserst selten plötzlich über die gesammte Lunge ausbreitet. Auch von der Pneumonie und anderen Lungenerkrankungen wissen wir, dass sie nur über verhältnissmässig kleine Lungenabschnitte sich erstrecken, während nach den vorstehenden Untersuchungen die Pneumokokken jedenfalls auch in gesunde Lungentheile verstreut werden. Ja, trotzdem auch bei dem Gesunden offenbar stets reichlich Keime bis in die Alveolen und feinsten Bronchien eindringen und wir eine reichliche Bakterienflora der Lungen erwarten müssten, sind, wie zahlreiche sterile Sectionen beweisen, beim Gesunden die Lungen meist keimfrei oder annähernd keimfrei, enthalten jedenfalls durchaus nicht den Bakterienreichthum, welcher der Zahl der eingedrungenen Keime entsprechen würde.

Für diese Widersprüche giebt es nur eine Erklärung. Nicht jeder, in die Lungen gelangte Keim kann sich in ihnen krankheitserregend oder vermehrungsfähig erweisen. Die Keimarmuth der Lungen kann bei dem reichlichen Eindringen von Keimen ihren Grund nur in einer überaus schnellen Beseitigung der eingedrungenen Keime haben.

In welchem Maasse und mit welcher Schnelligkeit diese Beseitigung der Keime aus der Lunge erfolgt, darüber wollte ich mich zunächst durch einige Versuche orientiren.

Die Versuchsanordnung war folgende: Ich liess zwei Versuchsthiere eine annähernd gleich grosse Anzahl von Keimen einathmen, stellte dann bei dem einen durch sofortige Untersuchung der Lungen die ungefähre Zahl der aufgenommenen Keime fest und ermittelte bei dem anderen erst nach einer gewissen Zeit — während welcher das Thier aus der keimhaltigen Atmosphäre entfernt und sich selbst überlassen wurde — die Zahl der noch vorhandenen Keime. Aus einem einzelnen Versuch derart durfte kein Schluss gezogen werden, da bei Verwendung zweier Versuchsthiere ein mehr oder weniger grosser Unterschied in der in die Lungen

eingedrungenen Keimmenge nicht auszuschliessen war. Fiel jedoch die Mehrzahl der Versuche nach einer bestimmten Richtung hin deutlich positiv aus, so berechtigte dies wohl zu verallgemeinerten Schlüssen. Bedingung war natürlich die Verwendung eines, auch gegen die höhere Temperatur des Thierkörpers einigermaassen widerstandsfähigen Materiales. Als solches war wiederum zunächst der Prodigiosus ausgezeichnet geeignet, da ja bekannt ist, dass er sich selbst bei 37° gut vermehrt.

Erforderlich für eine einigermaassen gleichgrosse Keimaufnahme seitens beider Thiere war ferner die Verwendung gleichgrosser Thiere und eine gleichmässig mit keimhaltigen Tröpfchen erfüllte Luft, welche beide Thiere einathmeten. Letzteres wurde durch Verwendung des oben benutzten Glaskastens ermöglicht, in den beide Thiere gleichzeitig gesetzt wurden; ihr Platz im Kasten wurde während des Versuches noch mehrfach gewechselt.

Von den nun folgenden Versuchen fanden die jedesmaligen Controlversuche, bei denen das Thier unmittelbar im Anschluss an die Einathmung untersucht wurde, bereits oben als Versuch III, IV, V, VI Erwähnung.

Versuch XIX.

7. VI. 1901. Zwei gleichgrosse Kaninchen A und B athmen im Glaskasten $^1/_2$ Stunde lang den Prodigiosusspray ein. Ihr Platz wird mehrfach gewechselt. Das Kaninchen A wird in unmittelbarem Anschluss an den Versuch untersucht. Kaninchen B wird sofort in's Freie gesetzt. Erst $1^1/_4$ Stunden nach Schluss der Einathmung werden ihm gleichgrosse Lungenstückchen, wie Kaninchen A entnommen und zwar:

Die linke Lunge: in vivo
„ rechte Lunge: in vivo
„ Leber: 1 Minute post mortem.

A. (III.)

Nr.	Organ	Verrieben?	Zahl der Prodigiosuscolonieen
1	Rand des Unterlappens der linken Lunge	+	900
2	Grösserer Theil der linken Lunge	+	39 000
3	Rand des Unterlappens der rechten Lunge	+	1 900
4	Leber	+	0

B.

Nr.	Organ	Verrieben?	Zahl der Prodigiosuscolonieen
1	Rand des Unterlappens der linken Lunge	+	90
2	Grösserer Theil der linken Lunge	+	1300
3	Rand des Unterlappens der rechten Lunge	+	120
4	Leber	+	0

B_1 (d. h. die, bei Organ 1 des Kaninchens B gefundene Keimzahl) ist also = $^1/_{10}$ A_1 (d. h. der zehnte Theil der bei Organ 1 des Kaninchens A gefundenen Keimzahl).

B_2 ist also = $^1/_{13}$ A_2
B_3 „ „ = $^1/_{16}$ A_3.

Nehmen wir den Durchschnittswerth aus allen 3 Zahlen als maassgebend an, so zeigt sich, dass bei Kaninchen B etwa noch $^1/_{10}$ der von A aufgenommenen Keime vorhanden war.

Versuch XX.

11. VI. 1901. Zwei gleichgrosse Kaninchen C und D athmen im Glaskasten $^1/_2$ Stunde lang den Prodigiosusspray ein. Ihr Platz wird mehrfach gewechselt. Das Kaninchen C wird in unmittelbarem Anschluss an den Versuch untersucht. Kaninchen D wird sofort in's Freie gesetzt. Erst 2 Stunden nach Schluss der Einathmung werden ihm gleichgrosse Lungenstückchen wie C entnommen und zwar:

Die linke Lunge: in vivo
„ rechte Lunge: in vivo
„ Leber: 1 Minute post mortem.

C. (IV.)

Nr.	Organ	Verrieben?	Zahl der Prodigiosuscolonieen
1	Spitze der linken Lunge	+	22 500
2	Grösserer Theil der linken Lunge	+	122 000
3	Grösserer Theil der rechten Lunge	+	155 000
4	Leber	+	0

D.

Nr.	Organ	Verrieben?	Zahl der Prodigiosuscolonieen
1	Spitze der linken Lunge	+	2800
2	Grösserer Theil der linken Lunge	+	7100
3	Grösserer Theil der rechten Lunge	+	7700
4	Leber	+	0

D_1 ist also = $^1/_8$ C_1
D_2 „ „ = $^1/_{17}$ C_2
D_3 „ „ = $^1/_{22}$ C_3.

Nehmen wir den Durchschnittswerth aus allen 3 Zahlen als maassgebend an, so zeigt sich, dass bei Kaninchen D etwa noch $^1/_{13}$ der von C aufgenommenen Keime vorhanden war.

Versuch XXI.

14. VI. 1901. Zwei gleichgrosse Kaninchen E und F athmen im Glaskasten $^1/_2$ Stunde lang den Prodigiosusspray ein. Ihr Platz wird mehrfach gewechselt. Das Kaninchen E wird in unmittelbarem Anschluss an den

Versuch untersucht. Kaninchen F wird sofort in's Freie gesetzt. Erst 6 Stunden nach Schluss der Einathmung werden ihm gleichgrosse Lungenstückchen wie Kaninchen E entnommen und zwar:

Die linke Lunge: in vivo
„ rechte Lunge: in vivo
„ Leber: 1 Minute post mortem.

E. (V.)

Nr.	Organ	Verrieben?	Zahl der Prodigiosuscolonieen
1	Spitze der linken Lunge	+	125 000
2	Grösserer Theil der linken Lunge	+	500 000
3	Leber	+	0

F.

Nr.	Organ	Verrieben?	Zahl der Prodigiosuscolonieen
1	Spitze der linken Lunge	+	400
2	Grösserer Theil der linken Lunge	+	700
3	Leber	+	0

F_1 ist also $= {}^1/_{312}\ E_1$
F_2 „ „ $= {}^1/_{718}\ E_2$

Nehmen wir den Durchschnittswerth aus beiden Zahlen als maassgebend an, so zeigt sich, dass bei Kaninchen F etwa noch $^1/_{400}$ der von E aufgenommenen Keime vorhanden war.

Versuch XXII.

24. VI. 1901. Zwei gleichgrosse Kaninchen G und H athmen im Glaskasten $^1/_2$ Stunde lang den Prodigiosusspray ein. Ihr Platz wird mehrfach gewechselt. Das Kaninchen G wird in umittelbarem Anschluss an den Versuch untersucht. Kaninchen H wird sofort in's Freie gesetzt. Erst $17^1/_2$ Stunden nach Schluss der Einathmung werden ihm gleichgrosse Lungenstückchen wie Kaninchen G entnommen und zwar:

Die linke Lunge: in vivo
„ rechte Lunge: in vivo
„ Leber: 1 Minute post mortem.

G.

Nr.	Organ	Verrieben?	Zahl der Prodigiosuscolonieen
1	Spitze der rechten Lunge	+	66 000
2	Leber	+	0

H.

Nr.	Organ	Verrieben?	Zahl der Prodigiosuscolonieen
1	Spitze der rechten Lunge	+	2
2	Leber	+	0

In diesem Falle waren also bei Kaninchen H nur noch $^1/_{33000}$ der bei G gefundenen Keime vorhanden.

Vergleichen wir diese 4 Versuche mit einander, so zeigt sich je nach der Zeit, die zwischen Einathmung und Lungenuntersuchung verstreicht, ein ganz progressives Abfallen der Keimzahlen.

Nach $1^1/_4$ Stunde waren nur noch $^1/_{10}$
„ 2 Stunden „ „ „ $^1/_{13}$
„ 6 „ „ „ „ $^1/_{400}$
„ $17^1/_2$ „ „ „ „ $^1/_{33000}$
der ursprünglich gefundenen Keime vorhanden.

Diese Resultate zeigen, dass in der That eine ungeahnt rasche und massenhafte Beseitigung der in die Lungen eingedrungenen Keime durch den lebenden Organismus erfolgt.

Für die Art der Beseitigung kommen im Wesentlichen zwei Möglichkeiten in Betracht.

Die eingedrungenen Keime werden entweder mittels des Lymphstromes durch die Lymphspalten in die Lymphgefässe und Lymphdrüsen fortgeschafft, wobei dann in letzteren vielleicht nachträglich eine Abtödtung der Keime stattfindet.

Oder die Vernichtung der Keime erfolgt in der Lunge selbst, und zwar durch baktericide Stoffe des schleimigen Secrets oder theilweise bezw. vorwiegend durch Phagocytose.

Ob eine Fortschaffung der Keime oder eine Vernichtung an Ort und Stelle in erster Linie die Lunge zu schützen berufen ist, darüber konnten Vergleichsversuche mit anderen, im Vergleich zum B. prodigiosus erheblich widerstandsfähigeren Bakterien vielleicht Aufschluss geben.

Am besten geeignet erschienen mir zu diesen Versuchen Subtilissporen, von denen es feststeht, dass sie der Einwirkung der Siedehitze und der stärksten chemischen Desinficientien Stunden lang Widerstand leisten.

Bei der Verwendung von Subtilissporen musste man erwarten, dass sich eine Keimabnahme mit annähernd der gleichen Schnelligkeit, wie ich sie bei den Versuchen mit Prodigiosus beobachtete, einstellen würde, falls die Keimverminderung ihren Grund in einer Fortschaffung der Keime aus der Lunge hatte.

Dahingegen mussten die Subtilissporen sehr viel langsamer aus der Lunge verschwinden und nach bestimmter Zeit sich in viel grösserem Procentverhältniss noch vorfinden als die Prodigiosusbacillen, falls eine Abtödtung an Ort und Stelle die Hauptrolle spielte.

Die diesbezüglichen Versuche wurden in gleicher Weise wie die Einathmungsversuche von Prodigiosus zur Ausführung gebracht. Es gelangte eine Abschwemmung einiger mehrtägiger, bei 37° auf Buchner'schen neutralem Agar gezüchteten Subtiliculturen mit steriler Kochsalzlösung zur Versprayung. Durch mikroskopische Untersuchung wurde festgestellt, dass fast ausschliesslich Sporen und nur vereinzelte vegetative Formen vorhanden waren. Letztere wurden bei dem letzten Versuche durch 2 Minuten langes Erhitzen auf 100° vollends zur Abtödtung gebracht. In der gleichen Versuchsanordnung, wie bei den Prodigiosusversuchen geschildert wurde, wurden im Glaskasten zwei gleichgrosse Kaninchen unter mehrfachem Platzwechsel $^1/_2$ Stunde lang dem Spray ausgesetzt. Das eine der beiden Thiere wurde unmittelbar nach der Einathmung in den Stall zurückgebracht und erst 24 Stunden später untersucht. Dem zweiten wurden sofort unter aseptischen Vorsichtsmaassregeln aus jeder Lunge lebend 2 Untersuchungsstückchen herausgenommen, und dabei darauf geachtet, dass das kleinere dieser Stückchen, dessen Grösse etwa $^1/_{180}$ bis $^1/_{200}$ der Gesammtlungen des Thieres ausmachte, entweder von der Spitze oder von dem äussersten Rande des Mittel- oder Unterlappens stammte. Diese Stückchen wurden dann im Mörser verrieben, dann auf Platten mit neutralem Agar vertheilt und diese für 24 Stunden in den 22° Brütofen gebracht.

Um der Gefahr einer secundären Infection des Untersuchungsmateriales, die bei der Verwendung von Subtilissporen sicher grösser war, möglichst aus dem Wege zu gehen, liess ich alle Handreichungen, bei denen eine unmittelbare Berührung mit Subtilis möglich war, sowie die Versprayung und das Aufspannen des Thieres auf das Operationsbrett in einem gesonderten Zimmer von einer anderen Person vornehmen. Die Verreibung führte ich in einem dritten Zimmer, in dem nicht mit Subtilis gearbeitet worden war, unter Vermeidung aller heftigen Bewegungen, durch die eine Aufwirbelung von subtilishaltigem Staub hätte stattfinden können, aus. Durch Controluntersuchungen von Leberstückchen, die in gleicher Weise behandelt wurden und steril blieben, stellte ich fest, dass meine Vorsichtsmaassregeln ausreichend waren. Das zweite Thier wurde nach 24 Stunden in gleicher Weise behandelt.

Die Keimzahlen zweier entsprechenden, gleichgrossen Lungenstückchen der beiden zusammengehörigen Versuchsthiere wurden dann, wie auch bei den Prodigiosusversuchen, mit einander verglichen, und der (abge-

rundete) Durchschnitt dieser Verhältnisszahlen als Maassstab für die Keimabnahme angesehen.

Eine etwaige Fehlerquelle durch selbstständige Auskeimung und Wucherung der Subtilissporen in der Lunge war nach früheren Versuchen von Wysokowicz[1], der nachwies, dass Subtilis sich nicht im Körper zu vermehren vermag, ausgeschlossen.

Versuch XXIII.

31. I. 1902. Zwei gleichgrosse Kaninchen I und K athmen im Glaskasten $^1/_2$ Stunde lang den Subtilisspray ein. Das Kaninchen I wird in unmittelbarem Anschluss an den Versuch untersucht. Kaninchen K wird sofort in den Stall zurückgebracht. Erst 24 Stunden später werden ihm gleichgrosse Untersuchungsstückchen wie I entnommen und zwar aus:

Der linken Lunge: in vivo
„ rechten Lunge: in vivo
„ Leber: 1 Minute post mortem.

I.

Nr.	Organ	Verrieben?	Zahl der Subtiliscolonieen
1	Spitze der linken Lunge	+	1 850
2	Grösserer Theil der linken Lunge	+	14 500
3	Spitze der rechten Lunge	+	2 000
4	Grösserer Theil der rechten Lunge	+	9 500
5	Leber	+	0

K.

Nr.	Organ	Verrieben?	Zahl der Subtiliscolonieen
1	Spitze der linken Lunge	+	2 800
2	Grösserer Theil der linken Lunge	+	11 600
3	Spitze der rechten Lunge	+	2 100
4	Grösserer Theil der rechten Lunge	+	10 900
5	Leber	+	0

Bei Kaninchen K waren also nach 24 Stunden etwa $^{21}/_{20}$ der ursprünglich von I eingeathmeten Keime vorhanden.

Versuch XXIV.

3. II. 1902. Zwei gleichgrosse Kaninchen L und M athmen im Glaskasten $^1/_2$ Stunde lang den Subtilisspray ein. Das Kaninchen L wird in unmittelbarem Anschluss an den Versuch untersucht. Kaninchen M wird

[1] Wysokowicz, Ueber die Passirbarkeit der Lungen für die Bakterien. *Mittheilungen aus Dr. Brehmer's Heilanstalt für Lungenkranke in Görbersdorf.* 1889.

sofort in den Stall zurückgebracht. Erst nach 24 Stunden werden ihm gleichgrosse Untersuchungsstückchen wie L entnommen und zwar aus:

Der linken Lunge: in vivo
„ rechten Lunge: in vivo
„ Leber: 1 Minute post mortem.

L.

Nr.	Organ	Verrieben?	Zahl der Subtiliscolonieen
1	Rand des Unterlappens der linken Lunge	+	1 400
2	Grösserer Theil der linken Lunge	+	33 000
3	Rand des Unterlappens der rechten Lunge	+	3 400
4	Grösserer Theil der rechten Lunge	+	19 000
5	Leber	+	0

M.

Nr.	Organ	Verrieben?	Zahl der Subtiliscolonieen
1	Rand des Unterlappens der linken Lunge	+	700
2	Grösserer Theil der linken Lunge	+	27 500
3	Rand des Unterlappens der rechten Lunge	+	900
4	Grösserer Theil der rechten Lunge	+	14 700
5	Leber	+	0

Bei Kaninchen M waren also nach 24 Stunden etwa noch $^1/_2$ der ursprünglich eingeathmeten Keime vorhanden.

Versuch XXV.

6. II. 1902. Zwei gleichgrosse Kaninchen N und O athmen im Glaskasten $^1/_2$ Stunde lang den Subtilisspray ein. Das Kaninchen N wird in unmittelbarem Anschluss an den Versuch untersucht. Kaninchen O wird sofort in den Stall zurückgebracht. Erst 24 Stunden später werden ihm gleichgrosse Untersuchungsstückchen wie N entnommen und zwar aus:

Der linken Lunge: in vivo
„ rechten Lunge: in vivo
„ Leber: 1 Minute post mortem.

N.

Nr.	Organ	Verrieben?	Zahl der Subtiliscolonieen
1	Spitze der linken Lunge	+	1 400
2	Grösserer Theil der linken Lunge	+	22 600
3	Spitze der rechten Lunge	+	2 600
4	Grösserer Theil der rechten Lunge	+	33 500
5	Leber	+	0

O.

Nr.	Organ	Verrieben?	Zahl der Subtiliscolonieen
1	Spitze der linken Lunge	+	1 200
2	Grösserer Theil der linken Lunge	+	12 900
3	Spitze der rechten Lunge	+	900
4	Grösserer Theil der rechten Lunge	+	22 500
5	Leber	+	0

Bei Kaninchen O waren also nach 24 Stunden etwa noch $^6/_{11}$ der ursprünglich eingeathmeten Keime vorhanden.

Eine kurze Vergleichsübersicht der Keimabnahme, die sich nach bestimmter Zeit bei den Prodigiosus- und bei den Subtilis-Versuchen einstellte, ergiebt Folgendes:

Prodigiosusversuche.			Subtilisversuche.		
Von den eingeathmeten Keimen waren			Von den eingeathmeten Keimen waren		
Nummer	nach Stunden	noch vorhanden	Nummer	nach Stunden	noch vorhanden
XIX.	$1^1/_4$	$^1/_{10}$	XXIII.	24	$^{21}/_{20}$
XX.	2	$^1/_{13}$	XXIV.	24	$^1/_2$
XXI.	6	$^1/_{400}$	XXV.	24	$^6/_{11}$
XXII.	$17^1/_2$	$^1/_{33000}$			

Diese Tabelle zeigt, dass bereits nach 10 bis 20 Stunden eine sehr beträchtliche Verminderung der eingeathmeten Prodigiosusbacillen stattgefunden hatte, während die Zahl der Subtilissporen relativ wenig abgenommen hatte.

Darnach werden wir uns vorstellen müssen, dass unter Umständen die Befreiung der Lungen von eingedrungenen Keimen weniger durch den sie durchspülenden Lymphstrom bewirkt wird, als durch specifische bakterienfeindliche Stoffe oder energisch wirkende Phagocyten.

Wysokowicz u. A. suchten sich experimentell über die Bedeutung des Lymphstromes für die Beseitigung eingebrachter Keime aus der Lunge zu unterrichten. Zu diesem Zweck untersuchten sie die Lymphdrüsen im Anschluss an eine sehr reichliche Einbringung von Keimen in die Lungen.

Sie fanden dann gelegentlich in den Lymphdrüsen eine gewisse (meist geringe) Anzahl von Keimen, und schlossen daraus, dass die Beseitigung von Bakterien aus den Lungen in erster Linie durch den Lymphstrom bewirkt werde.

Die bei diesen Untersuchungen erhaltenen Resultate sind jedoch quantitativ nicht richtig gewürdigt worden. Bei den berichteten Fällen erreichte die Zahl der in den Lymphdrüsen wiedergefundenen Keime meist kaum die Zahl 100, während vorher sehr grosse Keimmengen, sicher Millionen von Individuen, in die Lungen eingebracht waren. Bei einer regen Beseitigung durch den Lymphstrom hätten sich diese zum grössten Theil in den Bronchial- oder Tracheal-Lymphdrüsen wiederfinden müssen, während sie sich thatsächlich nur in überaus geringer Procentzahl auffinden liessen.

Es soll gewiss nicht bestritten werden, dass eine Fortführung von Keimen aus den Lungen durch den Lymphstrom stattfindet. Diese Thatsache ist durch zahlreiche pathologisch-anatomische und klinische Erfahrungen zur Genüge bekannt. Wir sehen, dass Staub- und Russtheilchen häufig genug aus den Lungen in die Bronchialdrüsen geführt werden. Wir sehen bei pathologischen Bakterienanhäufungen in anderen Organen auch eine Ueberschwemmung der zugehörigen Lymphdrüsen mit Keimen stattfinden.

Aber das wesentlichste Hülfsmittel zur Fortschaffung der grossen Keimmengen, die in meinen Versuchen in die Lunge gelangten, scheint der Lymphstrom nicht, oder doch nicht immer zu sein.

In erster Linie fand vielmehr in meinen Versuchen eine Beseitigung der Keime in den Lungen selbst statt. Ueber die Art dieser Beseitigung ist uns noch nichts Näheres bekannt. Wir wissen auch nicht, ob dieselbe für alle Bakterien in der gleichen Weise vor sich geht, wie für den B. prodigiosus; vielleicht werden in specifischer Weise die einen Arten mehr geschädigt als andere. Auffällig ist es jedenfalls, dass bei den aseptischen Lungensectionen fast ausschliesslich Pneumo- und Streptokokken gefunden wurden. Ferner ist es vorläufig nicht verständlich, welche Rolle gröbere Staubpartikel gegenüber den Schutzvorrichtungen der Lunge spielen. Zweifellos begünstigen sie ausserordentlich die Ansiedelung gleichzeitig eingeführter Keime (Dürck) und müssen also in irgend welcher Weise die keimschädigenden Einflüsse der Lunge schwächen.

So führen die Ergebnisse der vorstehenden Arbeit gerade durch die Erkenntniss, dass erstens ausserordentlich leicht ein Transport von Keimen der Aussenluft in die Lungen erfolgt, und dass zweitens die Lunge über kräftige Schutzeinrichtungen verfügt, welche an Ort und Stelle die eingedrungenen Keime zu schädigen vermögen, zu einer Reihe von neuen interessanten Fragen, deren Beantwortung weiteren Studien und Experimenten vorbehalten bleiben muss.

Thesen.

1. Das Zustandekommen von Gesundheitsschädigungen beim Aufenthalt in stark mit Menschen erfüllten Räumen beruht vorzugsweise auf der Behinderung einer ausreichenden Wärmeabgabe.

2. Zur Beurtheilung der Beleuchtungsverhältnisse von Schulplätzen können alle photometrischen Methoden, welche sich mit der Bestimmung der Momentanbeleuchtung befassen, nur mit Einschränkung Anwendung finden.

Lebenslauf.

Ich, Friedrich, Ludwig Paul, Sohn des Geheimen Justizrathes und Oberlandesgerichtsrathes a. D. Adolar Paul und seiner Gattin Luise, geb. von Kamptz, wurde am 10. Octbr. 1877 zu Insterburg in Ostpreussen geboren. Ich bin evangelischer Confession.

In den Jahren 1883—1896 besuchte ich das Johannesgymnasium zu Breslau, welches ich Ostern 1896 nach bestandener Reifeprüfung verliess.

Ostern 1896 wurde ich in Breslau immatriculirt und in der Medicinischen Facultät inscribirt. Im Februar 1898 bestand ich in Breslau das Tentamen physicum.

Während des Sommersemesters 1898 studirte ich in Freiburg i. B., die folgenden vier Semester wieder in Breslau. Mein ärztliches Staatsexamen begann ich am 3. November 1900 und vollendete dasselbe am 26. Januar 1901.

Im Februar und März 1901 war ich am Königlichen hygienischen Institut der Universität Breslau als Volontärassistent beschäftigt, und bin seit dem 1. April 1901 an der Diphtheriestation daselbst, seit dem 1. October 1901 am Königlichen hygienischen Institut als Assistent thätig.

Während meiner Studienzeit besuchte ich die Vorlesungen, Kliniken und Curse folgender Herren Professoren und Docenten:

Bonhöffer, Born, F. Cohn, Chun, Czerny, Filehne, Flügge, Fraenkel, Groenouw, Hasse, Heine, Henke, Hürthle, Kast, Kümmel, Kühnau, Küstner, Ladenburg, Meyer, von Mickulicz-Radecki, Neisser, Pfannenstiel, Ponfick, Reerink, Röhmann, Schaeffer, Schüle, Sonntag, Treupel, Uhthoff, Wernicke, Ziegler.

Allen diesen meinen hochverehrten Herren Lehrern statte ich an dieser Stelle für die mir während meiner Studienzeit zu Theil gewordene Ausbildung, insonderheit aber Hrn. Geheimrath Flügge für die vielseitige, mir während meiner anderthalbjährigen Thätigkeit am hygienischen Institute erwiesene Anregung und Förderung meinen herzlichsten Dank ab.